

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ARMANDO EISELE

FATORES QUE DETERMINAM A PRODUTIVIDADE FLORESTAL EM PLANTIOS  
DE EUCALIPTOS NA REGIÃO DE VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

CURITIBA  
2016

ARMANDO EISELE

FATORES QUE DETERMINAM A PRODUTIVIDADE FLORESTAL EM PLANTIOS  
DE EUCALIPTOS NA REGIÃO DE VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

Trabalho apresentado para obtenção do título de  
MBA Gestão Florestal no curso de Pós-  
Graduação em MBA Gestão Florestal do  
Departamento de Economia Rural e Extensão,  
Setor de Ciências Agrárias, Universidade  
Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> M Sc Iris Cristiane Magistrali

CURITIBA  
2016

A Deus,  
por seu amor.

A meu pai,  
Armando José de Abreu Eisele.  
exemplo de homem honrado, trabalhador e honesto.

A minha mãe Edir Soares Eisele,  
por ter acreditado sempre e nunca ter desistido.

A minha querida avó Julia Ribeiro Soares,  
que me ensinou não somente a cuidar das plantas,  
mas enxergar, o que a maioria das pessoas não conseguem ver.

A minha amada esposa Juliana Rosa Sari,  
seu amor e inteligência, me fazem a pessoa mais feliz desse planeta.

Ao meu pequeno filho Antônio Sari Eisele,  
semente de uma nova vida e a continuidade de todas essas gerações,  
alegria do novo e a certeza que todo esforço, não foi e nunca será em vão.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Curso de MBA em Gestão Florestal.

A Universidade Federal do Paraná – Setor de Ciências Agrárias - PECCA - pela qualidade do curso e dos profissionais. E também a recepção calorosa e o dia de campo.

Aos professores, Iris Cristiane Magistrali, Dr. Alexandre França Tetto e a Jaqueline Valerius.

A todos professores e professoras, pelo alto nível de conhecimento que possuem, pela cordialidade e apoio.

A tutora, Thaís Zawadzki, que acompanhou tudo desde o início, muito obrigado por tudo.

A pedagoga Juliana Rosa Sari, pelas aulas de português.

Aos colegas pelos momentos de estudos, debates, fóruns e trabalhos em equipe.

A todos aqueles que ajudaram e colaboraram direta ou indiretamente para concretização desse estudo.

## RESUMO

A determinação da produtividade florestal de uma região é uma importante etapa do planejamento da implantação de maciços florestais. A produtividade florestal pode determinar: a viabilidade econômica; a localização e capacidade de produção da indústria, o manejo florestal, a colheita, a logística entre outros aspectos estratégicos e operacionais. As estimativas de produtividades são mais precisas onde existe maior homogeneidade dos fatores edafoclimáticos, situações opostas exigem uma visão holística ou macro ambiental e também uma visão local ou micro ambiental. A produtividade florestal está ligada a vários fatores como: relevo, clima, solos e material genético. Outros como nutrição, operações e manejo florestal, dependem da análise criteriosa dos primeiros fatores, pois em última análise, serão determinados pela caracterização correta da produtividade e dos custos do projeto florestal. Este estudo teve como objetivo estimar a produtividade florestal para os plantios comerciais de eucaliptos na região do planalto de Vitória da Conquista – BA, compreender os fatores que a determinaram e simular mudança que possibilitem o aumento da produtividade dos cultivos de eucalipto na região. Para a estimação da produtividade utilizou-se de métodos diretos tais como, inventário florestal, associado a análise pedológica, microclima do local do plantio e dos manejos florestais realizados. Métodos indiretos também foram utilizados para complementar e aumentar a precisão na determinação da produtividade na região, como macrozoneamento climático e a quantificação das áreas com problemas de clareiras e falhas nos plantios, que geralmente estavam associados a problemas de solo. Isso permitiu dimensionar as áreas percentuais afetadas por problemas de solos e simular o ganho de produtividade com o uso de espécie resistente a essas condições. A maioria dos plantios de eucaliptos analisados foram estabelecidos nos anos de 1998 a 2007, fomentados ou realizados por empresas consumidoras de carvão vegetal. A estratégia de implantação consistia no uso de materiais genéticos de reconhecida capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais e com produtividades próximas a 40 m<sup>3</sup>/ha/ano. Para verificar a validade das estimativas e referendar as mudanças no planejamento dos novos plantios, fontes bibliográficas serviram de base de comparação dos resultados. O estudo de campo desse trabalho, foi realizado entre setembro e outubro de 2007, época mais seca do ano, período que permite uma melhor distinção dos ambientes e quando o solo evidencia suas propriedades de coesão. A estratégia do uso de materiais genéticos de elevada produtividade resultaram em apenas 32,2% de plantios considerados normais. Nessas condições a produtividade média ponderada estimada foi de 11,5 m<sup>3</sup>/ha/ano. Isso mostra que o uso de materiais genéticos de alta produtividade não resistiu as condições edafoclimáticas. Simulando o uso de material genético resistente de menor produtividade, nas áreas anormais em substituição aos materiais de maior produtividade, estimou-se um aumento de 47,7% na produtividade média ponderada de 21,0 m<sup>3</sup>/ha/ano. Essas informações podem ser utilizadas para modelagem econômica, estratégias para implantação e na readequação de projetos florestais nesta região e de base para o planejamento de outras áreas.

Palavras-chave: planejamento florestal, micro e macro zoneamentos produtivos, visão estratégica.

## ABSTRACT

The determination of the forest productivity of a region is an important step in the planning of the implantation of forest stands. Forest productivity can determine economic viability: the location and production capacity of the industry, forest management, harvesting, logistics, among other strategic and operational aspects. Productivity estimates are more accurate where there is greater homogeneity of edaphoclimatic factors, opposite situations require a holistic or macro-environmental view and also a local or micro-environmental view. Forest productivity is linked to several factors such as relief, climate, soils and genetic material. Others such as nutrition, operations and forest management depend on the careful analysis of the first factors as they will ultimately be determined by the correct characterization of the productivity and costs of the forest project. The objective of this study was to estimate forest productivity for commercial eucalyptus plantations in the plateau region of Vitória da Conquista, Bahia to understand the factors that influence it and to simulate the changes that allow the increase of eucalyptus productivity in the region. For the estimation of productivity we used direct methods such as forest inventories associated with the pedological analysis, microclimates of the planting site and the forest management carried out. Indirect methods were also used to complement and increase precision in determining productivity in the region such as macro-climatic zoning and the quantification of areas with clearing problems and crop failures which were generally associated with soil problems. This allowed us to scale the percentage of areas affected by soil problems and to simulate the gain of productivity with the use of species resistant to these conditions. Most of the eucalyptus plantations analyzed were established in the years 1998 to 2007, which were promoted or carried out by consumer companies that utilize charcoal. The implementation strategy consisted of the use of genetic material with a recognized adaptability to different environmental conditions with yields close to 40 m<sup>3</sup> / ha / year. To verify the validity of the estimates and to refer to the changes in the planning of the new plantations, bibliographic sources served as a basis for comparing the results. The field study of this work was carried out between September and October 2007, the driest season of the year, a period that allows a better distinction of the environments and when the soil shows its properties of cohesion. The strategy of using high productivity genetic materials resulted in only 32.2% of plantations considered normal. Under these conditions the estimated weighted average productivity was 11.5 m<sup>3</sup> / ha / year. This shows that the use of high yielding genetic material did not withstand edaphoclimatic conditions. Simulating the use of resistant genetic material with lower productivity in the abnormal areas, replacing the higher productivity materials would yield a 47.7% increase in the weighted average productivity of 21.0 m<sup>3</sup> / ha / year. This information may be used for economic modeling, strategies for the implementation and re-adaptation of forestry projects in this region and the basis for planning similar forestry projects in other areas.

Key words: forest planning, micro and macro productivity zoning, strategic vision.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – EQUAÇÃO CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL. ....	17
FIGURA 2 - MAPA REGIÃO DE ESTUDO, RELEVO E CIDADES. ....	21
FIGURA 3 – CLASSIFICAÇÃO DECLIVIDADE. ....	22
FIGURA 4 – CLASSIFICAÇÃO 3º NÍVEL DE SOLOS. ....	22
FIGURA 5 – BALANÇO HÍDRICO, PERÍODO DE 1961 A 1990. ....	24
FIGURA 6 - ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO, PERÍODO DE 1961 A 1990. .....	24
FIGURA 7 – IMAGEM CATEGORIA 1, FALHAS E CLAREIRAS, NORMAIS. ....	27
FIGURA 8 – IMAGEM CATEGORIA 2, FALHAS E CLAREIRAS PEQUENAS. ....	27
FIGURA 9 – IMAGEM CATEGORIA 3, MUITAS FALHAS E GRANDES CLAREIRAS. .....	28
FIGURA 10 – IMAGEM CATEGORIA 3, CLAREIRA BEM DELIMITADA, SOLO GLEIZADO. ....	28
FIGURA 11 – IMAGEM FLORESTA ATLÂNTICA. ....	30
FIGURA 12 – IMAGEM MATA DE CIPÓ. ....	30
FIGURA 13 – IMAGEM DE CERRADO. ....	31
FIGURA 14 – IMAGEM DE CAATINGA. ....	31
FIGURA 15 - IMAGEM, ÁREA AMBIENTAL, ASSOCIADA A CURSO DE ÁGUA. ...	31
FIGURA 16 – IMAGEM ÁREA AMBIENTAL ASSOCIADA A DECLIVIDADE. ....	31
FIGURA 17 – IMAGEM PASTAGEM E CULTURAS. ....	32
FIGURA 18 – IMAGEM PLANTIO DE CAFÉ. ....	32
FIGURA 19 – IMAGEM ÁREA ANTROPIZADAS, CIDADE. ....	32
FIGURA 20 – IMAGEM, ÁREA ANTROPIZADAS, MINERAÇÃO ARGILA. ....	32
FIGURA 21 – ILUSTRAÇÃO ESTAGIOS FENOLÓGICOS, RELAÇÃO COPA/RAÍZES, ....	36
FIGURA 22 – FOTO, SINTOMA INICIAL, COPA VERDE CLARO ATRÁS ARVORE COR VERDE ESCURO NORMAL ....	36
FIGURA 23 – FOTO RAÍZES COM MÁ FORMAÇÃO ANATÔMICA CRESCIMENTO HORIZONTAL, ESTÁGIO A. ....	36
FIGURA 24 - FOTO RAÍZES COM MÁ FORMAÇÃO ANATÔMICA CRESCIMENTO HORIZONTAL, ESTÁGIO B. ....	36

FIGURA 25 – FOTO PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS, SOLOS COESOS, A PARTIR LINHA 2, NOTAR QUE MAIOR PARTE RAÍZES ESTA RESTRITAS A 1° CAMADA, 0-0,7 m.....	36
FIGURA 26 – FOTO SINTOMAS COPAS COM A COR PALHA, ESTÁGIO FENOLÓGICO B. ....	36
FIGURA 27 – GRÁFICO PLANTIOS EUCALIPTO, POR CLASSIFICAÇÃO DE UMIDADE.....	37
FIGURA 28 – GRÁFICO PLANTIOS EUCALIPTO, POR CATEGORIAS DE FALHAS E CLAREIRAS.....	37
FIGURA 29 – GRÁFICO CATEGORIAS DE FALHAS E CLAREIRAS POR CLASSIFICAÇÃO DE UMIDADE .....	37
FIGURA 30 - GRÁFICO ÁREAS PERCENTUAL DO USO DOS SOLOS, ESTRATIFICADO PELA CLASSIFICAÇÃO UMIDADE CAMPO. ....	38
FIGURA 31 - MAPA ISOIETAS DA CLASSIFICAÇÃO UMIDADE E RELEVO. ....	39
FIGURA 32 - GRÁFICO BALANÇO HÍDRICO ANUAL E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA ANUAL, PERÍODO DE 1994 A 2006,. VITÓRIA DA CONQUISTA – BA. ....	40
FIGURA 33 – GRÁFICO RESULTADOS INVENTÁRIOS E FATORES PRODUTIVOS.....	42
FIGURA 34 – LEVANTAMENTO DE SOBREVIVÊNCIA, FUSTES/HA. ....	44
FIGURA 35 – MAPA MACRO ZONEAMENTO PRODUTIVO, PLANTIOS EUCALIPTOS NOVA ESTRATÉGIA PLANTIO, (IMA = m <sup>3</sup> /ha/ano).....	47



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E EDÁFICAS FAVORÁVEIS AO DESENVOLVIMENTO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE EUCALIPTO.....	19
TABELA 2 – DADOS DO PERÍODO DE 01/01/1980 A 31/12/2015.....	24
TABELA 3 – ÁREAS, POR CLASSIFICAÇÃO DE UMIDADE CAMPO.....	39
TABELA 4 – PRODUTIVIDADES ESTIMADAS POR FATORES PRODUTIVOS EDAFOCLIMÁTICOS E MATERIAIS GENÉTICOS. ....	45
TABELA 5 – RESULTADOS DAS ESTIMATIVAS DE PRODUTIVIDADE BASEADAS NA ESTRATÉGIA DE PLANTIO ATUAL.....	46
TABELA 6 - RESULTADOS DAS ESTIMATIVAS DE PRODUTIVIDADE BASEADA NA NOVA ESTRATÉGIA DE PLANTIO. ....	46
TABELA 7 - GANHOS DE PRODUTIVIDADE NA MUDANÇA DE ESTRATÉGIA DE PLANTIO.....	47

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - GEODIVERSIDADES.....	23
QUADRO 2– CLASSIFICAÇÃO UMIDADE CAMPO. ....	29
QUADRO 3 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA, ÍNDICE DE UMIDADE. ....	40

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVO .....</b>	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
3.1 SOLOS .....	16
3.2 CLIMA .....	17
3.3 MATERIAIS GENÉTICOS, PROCEDÊNCIAS, CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E EDAFOCLIMÁTICAS .....	18
3.4 SINTOMAS DÉFICIT HÍDRICO EM <i>Eucalyptus</i> sp .....	20
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	21
4.1.1 Localização e relevo .....	21
4.1.2 Solos .....	22
4.1.3 Geodiversidades .....	23
4.1.4 Clima .....	23
4.1.5 Balanço hídrico .....	24
4.2 OBTENÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS .....	24
4.2.1 Análises pedológicas .....	24
4.2.2 Amostragem e análise químicas e físicas dos solo .....	25
4.2.3 Método de análise da mortalidades na região .....	25
4.2.4 Inventário florestal .....	26
4.2.5 Método de categorização de falhas e clareiras em plantios de eucalipto, por meio de imagens .....	26
4.2.6 Clima .....	28
4.2.7 Método balanço hídrico .....	28
4.2.8 Método classificação da umidade na região .....	29
4.2.9 Levantamento de usos do solo pela classificação de imagens .....	29
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>34</b>
5.1 SOLOS .....	34
5.1.1 Resultados análises pedológicas .....	34

5.1.2 Resultados análise físico químicas dos solos .....	34
5.1.3 Análise das mortalidades .....	35
5.1.4 Resultado categorização de falhas e clareiras dos plantios de eucaliptos .....	37
5.1.5 Levantamento de usos dos solos - Quadrantes .....	38
5.2 CLIMA .....	39
5.2.1 Classificação umidade.....	39
5.2.2 Balanço hídrico, clima e exigências climáticas espécies eucaliptos.....	40
5.3 PRODUTIVIDADE FLORESTAL .....	41
5.3.1 Inventário florestal .....	41
5.3.2 Estratégia para definição das espécies para novos plantios, baseado nos fatores produtivos solos, clima e espécies .....	44
5.3.3 Estimativas da produtividade associando resultados do inventário florestal aos das fontes bibliográficas para A08 e <i>E. camaldulensis</i> .....	45
5.3.4 Estimativa da produtividade baseado nas categorias de falhas e clareiras e o macrozoneamento produtivo .....	45
<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A produtividade de plantios de eucaliptos é função de vários fatores. As características ambientais, são os fatores mais importantes na avaliação de uma área para o plantio de uma floresta de eucalipto, porque podem determinar o manejo silvicultural, o macro zoneamento e o micro zoneamento produtivo. Dentro de uma mesma região, pode-se encontrar diferentes tipos de relevo, climas e solos, que podem criar diferentes zonas produtivas. Devido a complexidade dos fatores produtivos e suas interações, a produtividade é determinada de forma direta, através da mensuração de plantios já estabelecidos e de forma indireta, por meio da análise da vegetação original.

A forma direta constitui-se nos levantamentos do inventário florestal. Para tanto, faz-se uma rede de testes de diferentes materiais genéticos, distribuídos nas diferentes condições edafoclimáticas dentro da região de interesse. Essa rede de testes necessita de tempo, várias medições e manejo. A forma indireta consiste na avaliação da produtividade da mata nativa.

Neste estudo de caso, na região do planalto de Vitória da Conquista – BA, buscou-se associar os resultados do inventário florestal realizado nos plantios comerciais já estabelecidos, com as informações ambientais e o manejo florestal realizado para verificar os efeitos dos fatores produtivos. O solo, clima e relevo, formam diferentes ambiente produtivos, caracterizado por heterogeneidade tanto nos níveis micro e macro ambientais.

Os solos da região de estudo são, em sua maioria, compostos por Latossolos Amarelos. Apesar desse tipo de solo ser o mais recomendado para plantios de eucaliptos, na região do planalto verificou-se problemas em relação a coesão do solo, o que afetava o desenvolvimento natural das raízes. Em outros tipos de solos, principalmente nas bordas do planalto, verificou-se a presença de solos rasos. Já no interior do planalto encontrou-se lagoas intermitentes, com a formação de solos gleizados com elevado teor de argila e umidade. Cada tipo de solo e de coesão, resultou em diferentes tipos falhas e clareiras nas florestas de eucaliptos, o que permitiu a sua categorização. A mortalidade dos eucaliptos apresentou sintomas diferentes dos que normalmente ocorrem em situações de déficit hídrico. Por esse motivo foi realizada uma breve descrição da doença abiótica e suas características.

Em relação ao clima notou-se que a face leste do planalto recebia maior aporte de umidade do que a face a oeste. Outra característica importante é que as áreas de depressões também recebiam menor quantidade de chuvas. Essa variação é evidenciada pela presença de diferentes tipos de florestas nativas como: campos naturais, floresta atlântica, mata de cipó, cerrado e caatinga. Através dessa constatação e o uso de outros bio-indicadores, como as culturas agrícolas, pode-se realizar o macrozoneamento climático da região, por meio de trabalhos de campo e da análise das imagens de satélites.

O macrozoneamento climático permitiu a junção dos dados da classificação de falhas e clareiras e dos valores de produtividade estimados no inventário florestal, que resultaram na obtenção de informações produtivas espacializadas da região de estudo. Possibilitando uma visão estratégica para a gestão das terras e a estimativa da produtividade da região nos macro e micro ambientes. Essas informações podem servir para a determinação do manejo florestal e dos custos envolvidos para a análise econômica de projetos florestais de eucalipto.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Estimar as produtividades florestal dos plantios de eucaliptos na região do planalto de Vitória da Conquista – BA, e análise dos fatores produtivos.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar os fatores abióticos, relevo, clima e solos.
- Realizar o inventário florestal exploratório para determinação da produtividade em diferentes projetos, relacionando os diversos fatores produtivos.
- Associar e categorizar as imagens de plantios de eucalipto e avaliar a produtividades potenciais da região e fazer o zoneamento macro produtivo, baseado nessas informações.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 SOLOS

A unidade dos Planaltos dos Geraizinhos caracteriza-se, geomorfologicamente, por extensas áreas de topografia tabular, constituídas por depósitos detrítico do Terciário e do Quaternário (RADAMBRASIL, 1981).

Os sedimentos do Grupo Barreiras ocorrem em Vitória da Conquista – BA, em altitudes superiores a 1.000 metros (RIBEIRO, 2001). Esses sedimentos são os que dão origem aos solos do Planalto de Vitória da Conquista – BA.

Conforme Santos (2005), Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos, desenvolvidos da formação Barreiras, podem possuir coesão que ocorre, geralmente, entre os horizontes AB, e/ou BA. Quando da ocorrência da coesão estes são classificados como: moderadamente ou fortemente coeso.

Concreções ou Nódulos endurecidos é aplicado para nódulos ou concreções de ferro, alumínio, manganês ou titânio e quando especificamente provenham da consolidação de plintita e/ou petroplintita (SANTOS, 2005).

Solos bem drenados são aqueles que apresentam texturas médias a argilosas. Normalmente não apresentam mosqueados, e quando apresentam, estes localizam-se a grande profundidade, como por exemplos: Argissolos Amarelos e Latossolos Amarelos (SANTOS, 2005).

Os Latossolos Amarelos, são solos profundos, com pouca diferenciação entre horizontes (REZENDE, 2002). O *Eucalyptus sp.* apresenta melhor produtividade em solos deste tipo, pois permite um bom desenvolvimento radicular, especialmente em regiões com baixa precipitação ou longos períodos de seca.

Os Argissolos Vermelhos Amarelos ou Podzólicos Vermelhos Amarelos, ocupam, via de regra, na paisagem as áreas de relevo mais acidentado (REZENDE, 2002).



### 3.2 CLIMA

O conhecimento dos dados climáticos onde se pretende instalar o projeto objetiva possibilitar o melhor aproveitamento dos elementos do clima: temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar (EMBRAPA, 2014).

Na região Nordeste, o relevo é um importante fator determinante na ocorrência de chuvas, a citação a seguir explica esse fato.

“A própria topografia da região parece ser determinante em escala local as chuvas de barlavento, são mais abundantes que as de sotavento em alguns locais a circulação de vale e montanha parece importante”. (VIANELLO, 1991, p. 430).

O balanço hídrico climático determina a quantidade de água presente no solo e que está disponível para as plantas, até a profundidade que as raízes normalmente exploram o solo. Este balanço é determinado pelas entradas e as saídas de água (TUBELIS, 2001). Nos locais de clima tropical, o estresse hídrico é o fator que mais limita a produtividade do eucalipto (STAPE *et al.*, 2010). As principais entradas são: as precipitações e as irrigações. E as principais saídas são: as evapotranspirações, percolação e escoamento superficial (TUBELIS, 2001).

A capacidade de água disponível para as plantas baseia-se na equação por Thornthwaite & Mather (1955), conforme FIGURA 1 abaixo.

$$CAD = \frac{(CC - PMP)}{100} \times D_a \times P_e$$

Onde:

CAD = capacidade de água disponível, mm,

CC = capacidade de campo, máximo de água que o solo retém contra força da gravidade, % ou  $\left( \frac{\text{massa água} + \text{massa solo}}{\text{massa solo}} \right)$ ,

PMP = ponto de murcha permanente, mínima quantidade de água no solo onde a planta atinge a murcha permanente, % ou  $\left( \frac{\text{massa água} + \text{massa solo}}{\text{massa solo}} \right)$ ,

$D_a$  = Densidade aparente do solo,  $\frac{g}{cm^3}$ ,

$P_e$  = profundidade enraizamento, mm,

FIGURA 1 – EQUAÇÃO CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL.  
FONTE: THORNTHWAITE, (1955)

### 3.3 MATERIAIS GENÉTICOS, PROCEDÊNCIAS, CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E EDAFOCLIMÁTICAS

O clone A08 é considerado um híbrido natural de *E. grandis* e o clone H13 (IPB H13) é híbrido das espécies *Eucalyptus urophylla* e *E. grandis*. (ANDRADE *et al.*, 2014). As sementes foram obtidas de plantios puros desse material, advindas da polinização natural entre clones do mesmo tipo ou A08xA08, sendo um dos principais materiais plantados na região. Logo, quando for mencionado A08 é referência a esse material, provenientes das semente do clone A08. Vale ressaltar que a exceção a essa regra ocorre nos testes clonais. Todavia não notou-se diferenças significativas entre esses materiais, que apresentaram resultados produtivos muito semelhantes.

Os clones AEC 0144, AEC 0224, descritos no Registro Nacional de Sementes e Mudanças, como: nome vulgar: Eucalipto/Eucalipto-vermelho; Nome Científico: *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake (RENASEM, 2016). Foram plantados em parte significativas dos projetos analisados.

Esses materiais genéticos são utilizados em diversas regiões do País. Eles são procedentes de programas de melhoramento genético conduzidos por empresas e instituições do setor florestal, visando alta produtividade e características de madeira para distintas finalidades como produção de energia e celulose em diferentes sítios florestais (ANDRADE *et al.*, 2014). Esses materiais são de boa produtividade e se adaptaram a várias regiões do Brasil. Outros materiais genéticos foram encontrados, mas em áreas insignificantes, quando comparado anteriormente descritos. Tratavam-se das espécies *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh e o *Corymbia citriodora*.

“O *E. camaldulensis* pode ser considerado como uma das espécies com ampla plasticidade fenotípica, que possibilitou bom desenvolvimento vegetativo nas mais variadas condições edafoclimáticas”. (DRUMOND e OLIVEIRA 2006, p 7).

“Em geral pode-se admitir que para condições críticas de clima e solo do semiárido brasileiro, valores de incrementos volumétricos da ordem de 10 a 20 m<sup>3</sup>/ha/ano”. (DRUMOND e OLIVEIRA 2006, p 7).

Nos experimentos da EMBRAPA Semiárido, foram encontradas as seguintes médias produtividade para *E. camaldulensis*: 13,6 m<sup>3</sup>/ha/ano, retirando-se as três maiores produções dessa pesquisa. Em todas as medições foi encontrada a média de 24,18 m<sup>3</sup>/ha/ano (DRUMOND e OLIVEIRA 2006). A altitude média nesses

experimentos é de 419 m, a precipitação média 678,1 mm/ano e a temperatura média de 24,77°C°.

Outro experimento localizado em Araripe – PE, obteve-se produtividade de 34,9 m<sup>3</sup>/ha/ano para híbridos de *E. urophylla* de cruzamento natural, com a altitude média de 831 m, a precipitação média 650 mm/ano e a temperatura média de 24°C°. Sob essas condições obtiveram (SILVA, 2008).

Valores para *E. camaldulensis*, para regiões semiárido e cerrado, com procedências de Petford – Queensland -, apresentaram produtividades entre 17 e 25 m<sup>3</sup>/ha/ano e entre 14 e 60 m<sup>3</sup>/ha/ano, respectivamente. O *E. urophylla*, procedência de Flores, Indonésia, em regiões de cerrado tem resultados entre 30 e 60 m<sup>3</sup>/ha/ano (MOURA, 2001).

Segundo Foelkel (2016), nas profundidades entre 2,5 e 3,0 m encontram-se a maior parte das raízes de eucalipto, em fase de competição.

Geralmente a seleção de espécies e sua introdução em outras regiões no mundo, consiste na seleção de materiais genéticos na região de origem que possuem características edafoclimáticas como: solo, clima, latitudes, relevo entre outras, semelhantes a região de introdução. Essa estratégia obteve bons resultados para diversas culturas e também para o eucalipto no Brasil.

A TABELA 1 abaixo, mostra as condições para a implantação de povoamentos de produção para as espécies de eucalipto, especificando as variações climática, temperatura T(°C), precipitação P(mm), déficit hídrico DH(mm) e de solo.

Espécie	Aspectos Climáticos			Aspectos Edáficos Solos
	T (°C)	P (mm)	DH (mm)	
<i>Eucalyptus grandis</i> *	6 a 32	1000 a 1800	0 a 400	De profundo a moderadamente profundo, bem estruturado e bem drenado.
<i>Eucalyptus urophylla</i> *	12 a 29	1000 a 1500	0 a 400	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	17 a 23	150 a 1250	0 a 90	
<i>Corymbia citriodora</i>	20 a 23	250 a 1800	30 a 90	
		650 a 1600		
		350 a 1800		

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E EDÁFICAS FAVORÁVEIS AO DESENVOLVIMENTO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE EUCALIPTO.  
FONTE: INMET (2009, P. 412).

### 3.4 SINTOMAS DÉFICIT HÍDRICO EM *Eucalyptus* sp

Quando em um plantio, mais de 50% dos indivíduos são afetados por sintomas semelhantes e não sendo causado por fitotoxidez, indica a ocorrência de doença abiótica (FERREIRA, 1989). O sintoma marcador de déficit hídrico é o “V” invertido nas folhas, normalmente aparece quando a planta passa por um período de déficit hídrico, ocorre até três anos de idade e a partir do quarto ano ocorre secamento da copa (ALFENAS *et al.*, 2004). Outros sintomas de déficit hídrico podem ocorrer no tronco, como gomose, pau preto e no ápice da planta ou seca da ponteira. Normalmente não ocorre secamento da copa nas idades de 1,5 a 4,0 anos, a não ser em anos extremamente secos. Nas idades de 0,5 a 1,5 anos normalmente ocorre a seca da ponteira e dos galhos do terço superior (FERREIRA, 1989).

“Plantas com sistema radicular mal formado não absorvem água em quantidade suficiente para suprir suas necessidades hídricas e geralmente sofrem mais os efeitos da seca quando é acentuado o desequilíbrio raiz/parte aérea”. (ALFENAS *et al.*, 2004, p 313).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

#### 4.1.1 Localização e relevo

A região do planalto de Vitória da Conquista está localizada entre as latitudes de 13° 30' S e 16° 30' S e entre as longitudes 42° 00' W e 39° 00' W, é a continuação do Planalto do Geraizinhos que se estende desde o norte de Minas Gerais e adentra ao Estado da Bahia. As áreas ao norte do Planalto possuem altitude que vão de 900 a 1000 m. Nas áreas ao sul as altitudes variam entre 800 e 900 m e nas áreas de drenagem dos rios, chegam até 700 m de altitude. A área de estudo, ao sul, é dividida em duas porções: uma a oeste e outra a leste, cortada pelo vale do rio Pardo. As áreas ao norte e a leste, foram estratificadas na cota de 700 m, altitude em que normalmente ocorre a quebra do relevo, na borda do planalto. Ao sul, foram respeitadas as fronteiras entre os Estados de Minas Gerais e Bahia e a oeste a divisão política da micro região. Foi incluído porção de terra mais a leste, depois do vale do rio Pardo. Conforme observa-se na FIGURA 2 e na FIGURA 3, abaixo.

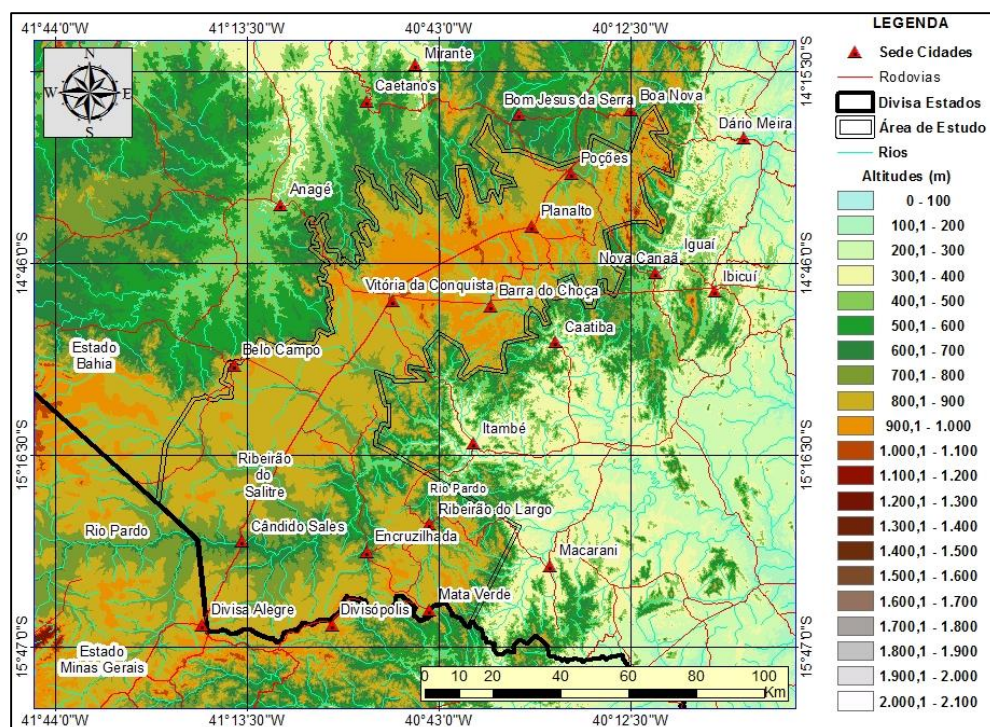


FIGURA 2 - MAPA REGIÃO DE ESTUDO, RELEVO E CIDADES.  
FONTE: EMBRAPA (2005). Modificado pelo autor (2016)



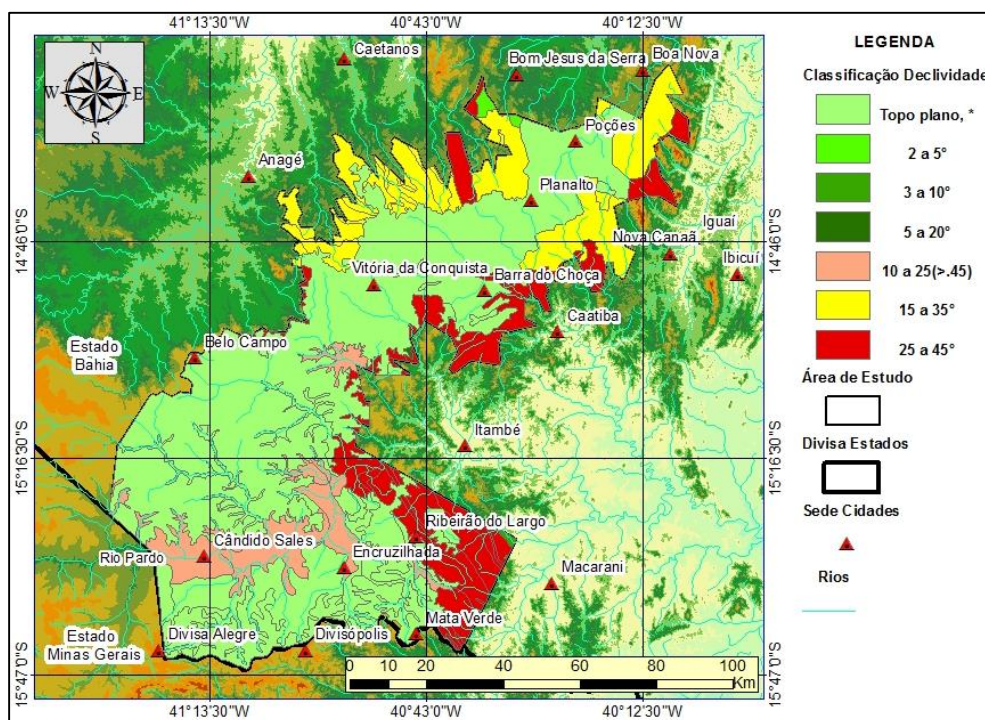


FIGURA 3 – CLASSIFICAÇÃO DECLIVIDADE.  
FONTE: CPRM (2006). Modificado pelo autor (2016).

#### 4.1.2 Solos

Os mapas de solos do RADAMBRASIL, possuem escala de 1:5.000.000. Para a Classificação dos Solos na região de estudo, adotou-se as cores recomendadas pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2006). A FIGURA 4, abaixo, mostra os solos predominantes na região do estudo.

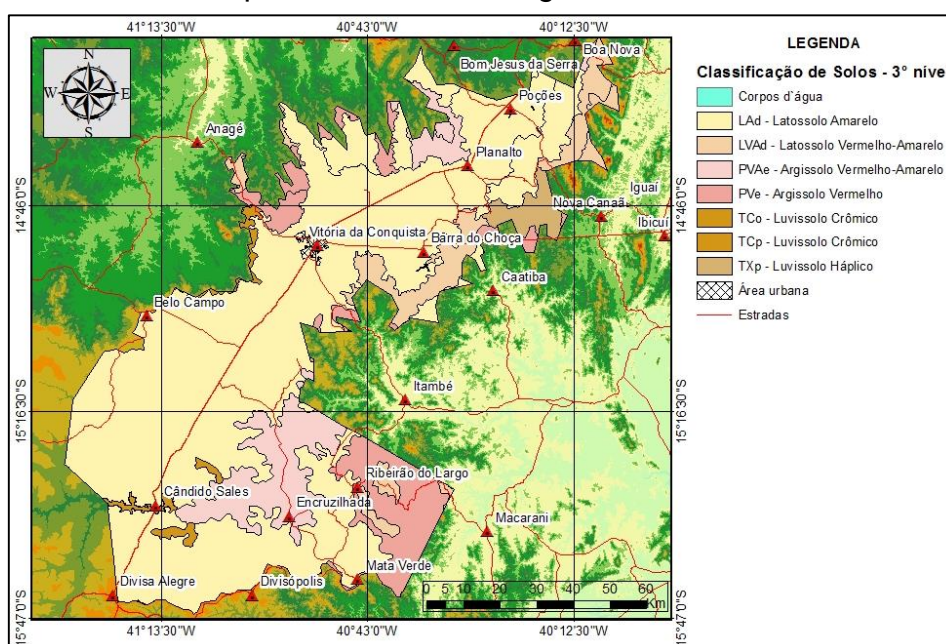


FIGURA 4 – CLASSIFICAÇÃO 3º NÍVEL DE SOLOS.  
FONTE: IBGE (2005). Modificado pelo autor (2016).

#### 4.1.3 Geodiversidades

Constitui-se em uma síntese dos grandes geossistemas formadores do território nacional, explicitando suas limitações e potencialidades, tomando-se por base a análise da constituição litológica da supra e da infraestrutura geológica (CPRM, 2006). O QUADRO 1, abaixo, resume as características da região.

<b>Domínios</b>	Cobertura cenozoicas detrítico-lateríticas.
<b>Unidade Geológico-Ambientais</b>	Depósitos detrítico-lateríticos provenientes de processos de lateritização em rochas de composições diversas sem a presença de crosta.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vertentes recobertos por depósitos de encosta;</li> <li>– Tabuleiros;</li> <li>– Planaltos, Platôs e chapadas;</li> <li>– Superfícies Aplainadas;</li> <li>– Degraus Estruturais e rebordos erosivos.</li> </ul>
Influência das Unidade Geológico-Ambientais nas adequabilidades e limitações frente ao uso obras de Engenharia, Agricultura, Implantação de Fontes Potencialmente Poluidoras e Recursos Hídricos Subterrâneos	
<b>Adequabilidade</b>	
– Solos lateríticos são a base de caulinita: possuem baixa erosividade natural e boa estabilidade em talude de corte	
– Rochas pouco ou moderadamente fraturadas, não dobradas;	
– Em áreas planas são favoráveis à recarga de aquíferos	
<b>Limitações</b>	
– Aspecto textural/estrutural anisotrópico concrecional/nodular;	
– Ocorrem sob a forma de pequenos e grandes lajeados, assim como em blocos e matacões, irregularmente distribuídos;	
– Contêm altas concentrações de ferro (goethita e hematita) e alumínio: são materiais bastante ácidos;	
– Quanto ao grau de resistência são variáveis: podem se apresentar compactas e coesas e, portanto, resistente ao corte e penetração, como podem ser moles e friáveis;	
– As lateritas são materiais excessivamente lixiviados: os solos delas derivados costumam apresentar fertilidade natural muito baixa e normalmente contêm excesso de alumínio; são bastante ácidos, difíceis de serem corrigidos e possuem baixa capacidade de eliminar poluentes;	
– Os aquíferos delas resultante são aquíferos superficiais livres e bastante vulneráveis a contaminação.	

QUADRO 1 - GEODIVERSIDADES.

FONTE: CPRM (2006 p. 1).

#### 4.1.4 Clima

A área de estudo foi classificada conforme o mapa de Clima do Brasil 1:500.000 (IBGE, 2016). A maior parte da área de estudo foi classificada como clima semi-úmido, com período de seca de quatro a cinco meses e como quente com médias maiores que 18°C. Nas bordas do planalto a noroeste, há pequenas áreas com clima semi-árido, com seis meses de seca.

A seguir tem-se os dados da estação climática de Vitória da Conquista – BA, conforme TABELA 2 abaixo.

Estação Meteorológica	Lat.	Long	Altitude (m)	mm/ano	N° dias Chuvas /ano	Temp. Média °C /ano	Média UR (%)/ano
Vitória da Conquista	-14,88°	-40,79°	874,81	745,5	137,0	20,4	78,4

TABELA 2 – DADOS DO PERÍODO DE 01/01/1980 A 31/12/2015.

FONTE: INMET ( 2016). Modificado pelo autor (2016).

As chuvas são bem distribuídas e de baixa intensidade, com umidade relativa do ar elevada em todos os meses do ano.

#### 4.1.5 Balanço hídrico

As FIGURA 5 e FIGURA 6, abaixo, mostram o déficit médio do balanço hídrico mensal e a capacidade de armazenamento e retenção de água, respectivamente, na estação climática de Vitória da Conquista - BA.

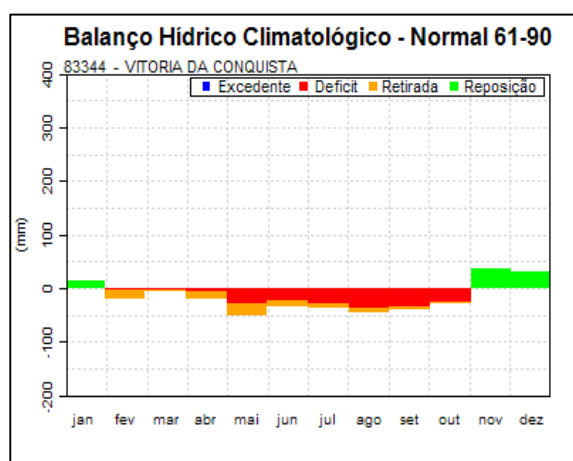


FIGURA 5 – BALANÇO HÍDRICO, PERÍODO DE 1961 A 1990.

FONTE: INMET (2016).

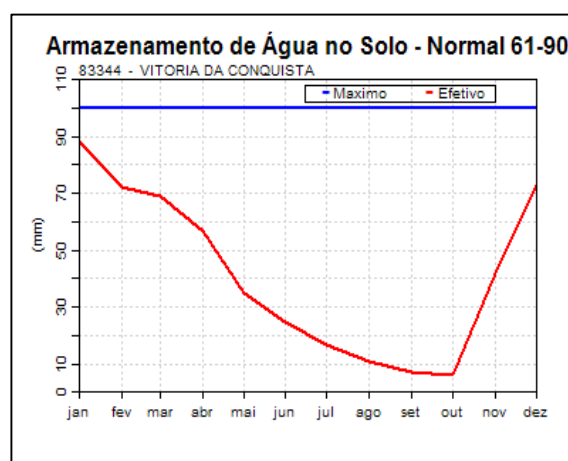


FIGURA 6 - ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO, PERÍODO DE 1961 A 1990.

FONTE: INMET (2016).

Na FIGURA 5, déficit hídrico menores que 50% e na FIGURA 6, a capacidade de armazenamento efetivo médio maiores que 8%, no mês mais seco.

## 4.2 OBTENÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

### 4.2.1 Análises pedológicas

Os levantamentos de campo foram realizados no final de setembro e durante outubro de 2007, período que normalmente é o mais seco do ano. As chuvas, em 2007, estiveram dentro das médias normais. A escolha do período foi proposital, para



melhor observar as forças de coesão dos solos, normalmente mais intensas quando o solo está seco. O período escolhido também serviu para um melhor contraste entre os diferentes ambientes climáticos relação a umidade.

A maior parte do solos do planalto é composta de Latossolos Amarelos e Argissolos Vermelho Amarelos. A pesquisa de campo foi direcionada a encontrar características do solo que pudessem impedir o desenvolvimento normal das raízes. Nessas avaliações pedológicas buscou-se avaliar o perfil do solo até a profundidade de 2,5 m.

As avaliações foram realizadas conforme o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (SANTOS, 2005). As análises concentraram-se na identificação da classificação dos solos, focadas na verificação das características pedológicas como: porosidade, profundidade e principalmente coesão. As análises de perfil do solo são apresentadas com fotos associadas a fita métrica com divisões coloridas de 10 cm. Os pontos de amostra foram selecionados para abranger a maior parte possível dos tipos de solos encontrados na região. Preferencialmente, em áreas onde existia plantios de eucalipto. As fotos dos tipos de solos associadas as imagens de satélites podem ser observados no APÊNDICE.

#### 4.2.2 Amostragem e análise químicas e físicas dos solo

Foram coletadas amostras simples de solo associados as análises pedológicas de campo e ao inventário florestal. Foram realizadas análises físicas e químicas. A análise química foi realizada para determinar os teores de macro e micro nutrientes, incluindo Na.

#### 4.2.3 Método de análise da mortalidades na região

Na primeira etapa, verificou-se em uma propriedade, com plantios nos estágios A e B o índice de copas afetadas, depois testou-se por meio de cortes no tronco, se a arvores estavam vivas ou mortas - lenho seco=morto ou úmido=vivo. Após essa primeira etapa, abriu-se três trincheiras no projeto e realizou-se a análise pedológica padrão. Na terceira etapa foram retiradas as raízes de seis plantas escolhidas de maneira aleatória em diferentes locais. Analisou-se a anatomia das

raízes, o caule, as folhas, galhos e raízes quanto a presença ou vestígios de fungos , bactéria e insetos.

#### 4.2.4 Inventário florestal

Os inventários florestais são métodos utilizados para determinação da quantidade e da qualidade dos recursos florestais.

O inventário foi realizado para se obter as informações básicas como: área basal, volume, número de falhas e o reconhecimento dos materiais genéticos plantados na região. A distribuição das unidades amostrais não seguiu os padrões de distribuição aleatório ou sistemático. Após observação prévia da floresta, as áreas foram estratificadas visualmente, buscando os valores médios de cada local ou as áreas de alta, média e baixa produtividade.

Evitou-se medições na bordadura, as unidades lançadas a mais de 50 m da borda do talhão quando possível. Foi mensurado todos os Diâmetros a Altura do Peito (DAP), a 1,3 m do solo e as alturas totais das 15 primeiras árvores ou então essas 15 árvores distribuídas na parcela. As parcelas possuíam, aproximadamente, 600 m<sup>2</sup> adaptadas de acordo com os espaçamentos e dimensões da área onde foram mensuradas. Como padrão utilizou-se o fator de forma de 0,48 para determinação do volume. Associado ao inventário, foram avaliados alguns fatores produtivos, como: classificação da umidade, solo, material genético, estado nutricional e posição no relevo. A essas informações verificadas em campo acrescentou-se as informações do manejo florestal praticado como: preparo de solo, adubações e outros.

#### 4.2.5 Método de categorização de falhas e clareiras em plantios de eucalipto, por meio de imagens

Os plantios de eucalipto apresentavam características de falhas e clareiras normalmente causada por restrições ao desenvolvimento de raízes, conforme avaliação pedológicas e que eram registradas no inventário como falhas. Essas falhas e clareiras apresentaram padrões distintos e também ocorrências semelhantes na vegetação natural. Para caracterização dessas falhas e clareiras classificou-se talhões plantados com eucalipto em três categorias:

- categoria 1 - falhas consideradas normais, percentual de sobrevivência de 85 a 100%,
- categoria 2 – falhas e clareiras pequenas, percentual de sobrevivência de 60 a 85%,
- categoria 3 – falhas e clareiras grandes, percentual de sobrevivência inferior a 60%.

Os plantios foram categorizados a nível de unidade produtiva ou talhão, pela categoria que prevalece em mais de 50% da área. Cabe ressaltar que essa classificação foi baseado nos resultados do inventário florestal, índices de sobrevivência e da relação que existe entre as restrições de solos. A busca pelos projetos de eucalipto foi realizada de maneira sistemática, nas faixas e áreas classificadas de acordo com a classificação de umidade. Foram selecionados 28 projetos totalizando 14.460 ha. Abaixo, FIGURA 7 e FIGURA 8, exemplos de imagens categorizadas conforme as falhas e clareiras.



FIGURA 7 – IMAGEM CATEGORIA 1, FALHAS E CLAREIRAS, NORMAIS. FONTE: GOOGLE EARTH (2016).

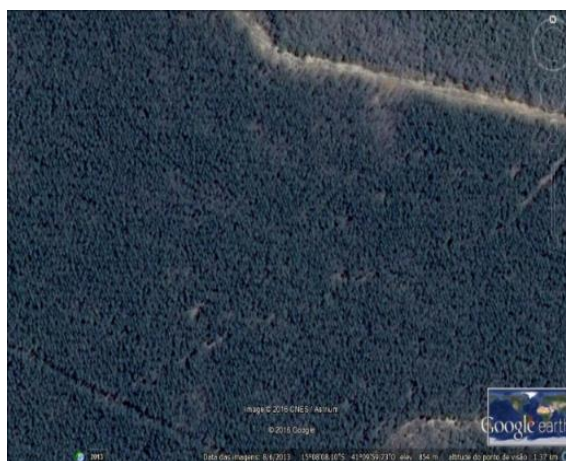


FIGURA 8 – IMAGEM CATEGORIA 2, FALHAS E CLAREIRAS PEQUENAS. FONTE: GOOGLE EARTH (2016).

Abaixo, FIGURA 9 e FIGURA 10, exemplos de imagens categorizadas conforme as falhas e clareiras.

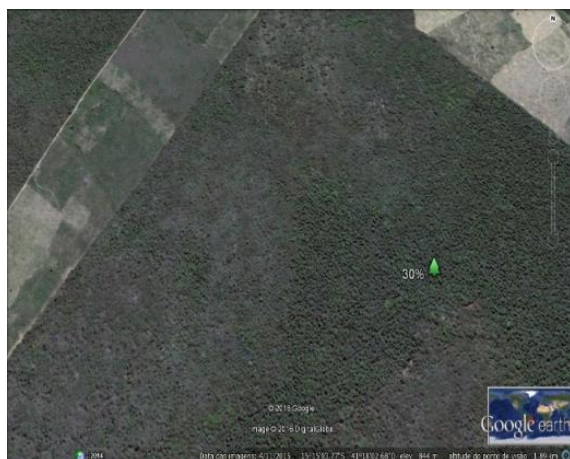


FIGURA 9 – IMAGEM CATEGORIA 3, MUITAS FALHAS E GRANDES CLAREIRAS. FONTE: GOOGLE EARTH (2016).



FIGURA 10 – IMAGEM CATEGORIA 3, CLAREIRA BEM DELIMITADA, SOLO GLEIZADO. FONTE: GOOGLE EARTH (2016).

#### 4.2.6 Clima

Na análise das informações adotou-se o enfoque aplicado. Que consiste na classificação do clima para a solução do problema específico (VIANELLO, 1991), que neste caso, é o plantio comercial de eucalipto, verificando as correlações existentes entre os elementos climáticos, sua influência na produtividade e nos limites para sobrevivência.

#### 4.2.7 Método balanço hídrico

Os métodos de determinação do balanço hídrico foram baseados no proposto por Thornthwaite & Mather (1955). Com capacidade de água disponível, fixada em 100 mm e a evapotranspiração potencial (ETP), foi estimada pelo método Thornthwaite (1948). Estes métodos são os mesmos utilizados pelo INMET e para o cálculo da avaliação mensal de catorze anos, realizado nesse estudo.

Obteve-se dados históricos de catorze anos de Balanço Hídrico, do período em que foi realizado todos os plantios da região de 1994 a 2006. Ou seja, dois ciclos de sete anos que é aplicado, normalmente, ao plantio de Eucalipto. Usou-se a classificação de umidade para cada ano, conforme Thornthwaite (1948).

#### 4.2.8 Método classificação da umidade na região

Na região do estudo existem cinco tipos de vegetação naturais características: Campos, Mata Atlântica, Mata de Cipó, Cerrado e Caatinga. Atento as condições de solo e ao relevo, que podem produzir vegetações naturais diferentes em áreas úmidas, como as pastagens naturais na borda leste, que apesar da alta umidade, possui solos rasos e que não permite sustentação de uma floresta de maior porte, por exemplo. Em um segundo nível, aplicou-se a avaliação da coloração das pastagens naturais ou não. No terceiro nível, avaliou-se a presença de culturas agrícolas com maior ou menor exigência de água. Como, por exemplo, o café, cuja a quantidade de chuvas ideal está entre 1500 a 1900 mm/ano, bem distribuídas (RICCI, 2016). Assim como a cana que possui exigências que vão de 1100 a 1200 mm/ano, bem distribuídas (MARIN, 2016). A Palma para um bom rendimento necessita de chuvas de 368,4 a 812,4 mm/ano (ROCHA, 2012). Assim sendo, classificou-se a umidade, conforme QUADRO 2, abaixo.

Umidade	Vegetação	Culturas	Coloração Pastagem
<b>Alta</b>	Mata Atlântica	Café, Culturas anuais	Verde
<b>Média</b>	M. Atlântica / Mata Cipó	Café, Cana, Culturas anuais	Verde Claro
<b>Baixa</b>	Mata Cipó / Cerrado	-	Verde Amarelado, secando
<b>Pouca</b>	Cerrado / Caatinga	Palma	Marrom.
<b>Muito Pouca</b>	Caatinga	Palma	Marrom e seco

QUADRO 2– CLASSIFICAÇÃO UMIDADE CAMPO.

#### 4.2.9 Levantamento de usos do solo pela classificação de imagens

O levantamento de usos do solo foi realizado por meio da classificação de imagens de satélite que permite avaliar como os solos de uma região são ocupados. Trata-se, portanto, de uma importante fonte de informações que podem ser utilizadas para diferentes finalidades como, por exemplo, a identificação dos tipos de vegetação, tipos de culturas, taxa de ocupação dos solos por áreas produtivas e não produtivas.

##### **Método de distribuição quadrantes e mensuração das áreas**

As técnicas de interpretação visual de imagens são amplamente utilizadas nos estudos sobre as paisagens. São adequadas, tanto para a análise de imagens de satélites como para a avaliação de fotos aéreas (PANIZZA, 2011).

As imagens foram obtidas, no nível resolução que permita a visualização e a categorização das imagens. Quando essas imagens são categorizadas, desenha-se polígonos nesta de maneira a determinar a área cartográfica de cada categoria. Áreas pouco significativas ou menores que 2 ha, foram englobadas pelas categorias maiores onde estavam inseridas. Como a área de estudo é extensa, distribuiu-se quadrantes de forma sistemática associados as faixas de umidade, que foram alinhadas de oeste a leste. Os quadrantes possuem o formato de 3x3 km totalizando 900 ha. Essa distribuição permitir verificar a precisão da umidade classificada em campo e classificar locais que não foram acessados por terra.

### **Método de categorização das imagens**

Depois de uma análise detalhada das imagens obtidas nos quadrantes, associado aos pontos amostrais de cada categoria de vegetação, verificados em campo, pode-se definir os tipos vegetacionais e caracteriza-los.

A Mata Atlântica apresenta, normalmente, árvores com maior altura, de copas menores, dispostas de forma adensada, com característica perenifólia e com uma coloração mais verde escuro. A Mata de Cipó possui árvores de menor altura, com as copas maiores e arredondadas, dispostas de forma menos adensadas, com característica semi decidual de coloração verde claro e a maior incidência de espécies da família das *leguminosae*. As FIGURA 11 e FIGURA 12, abaixo mostram, respectivamente, as imagens referentes a esses dois tipos de vegetação.



FIGURA 11 – IMAGEM FLORESTA ATLÂNTICA.  
FONTE: GOOGLE EARTH (2016).

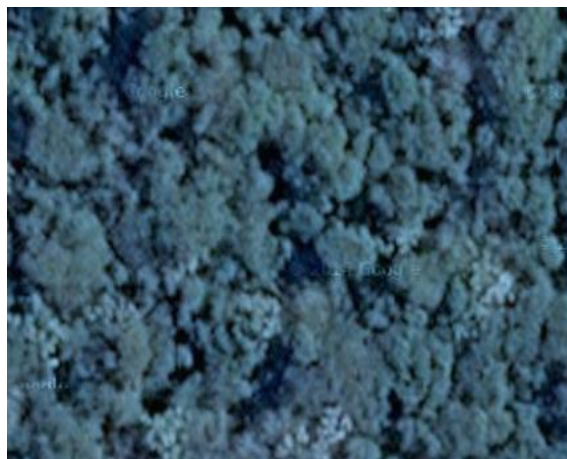


FIGURA 12 – IMAGEM MATA DE CIPÓ.  
FONTE: GOOGLE EARTH (2016).



O Cerrado apresenta árvores com alturas menores, com copas de formato irregular, pouco adensado com características semi decíduas de coloração verde claro e com algumas clareiras. A Caatinga apresenta árvores com altura baixa, com copas de formato arredondado, pouco adensada, com característica decídua de coloração verde e claro e/ou amarronzada e com muitas clareiras. As FIGURA 13 e FIGURA 14 abaixo mostram, respectivamente, as imagens referentes a esses dois tipos de vegetação.



FIGURA 13 – IMAGEM DE CERRADO.  
FONTE: GOOGLE EARTH (2016).

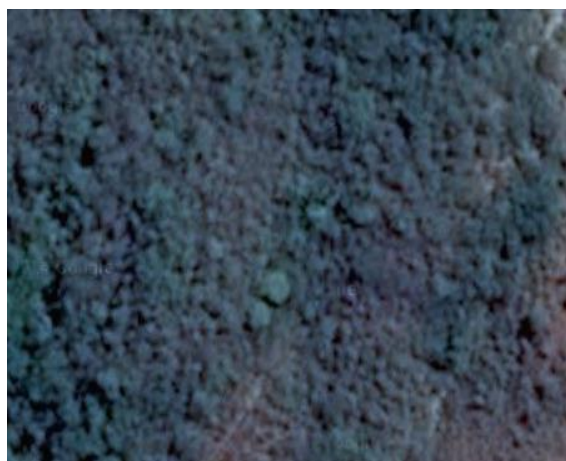


FIGURA 14 – IMAGEM DE CAATINGA.  
FONTE: GOOGLE EARTH (2016).

As áreas ambientais são distintas das formações vegetais, pela declividade e formação diferenciada de vegetação natural próxima a cursos de água. Conforme as FIGURA 15 e FIGURA 16, abaixo.



FIGURA 15 - IMAGEM, ÁREA AMBIENTAL,  
ASSOCIADA A CURSO DE ÁGUA.  
FONTE: GOOGLE EARTH (2016)

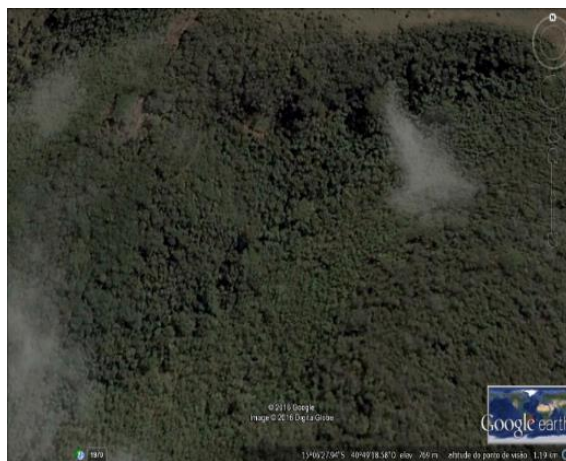


FIGURA 16 – IMAGEM ÁREA AMBIENTAL  
ASSOCIADA A DECLIVIDADE.  
FONTE: GOOGLE EARTH (2016).

Culturas são áreas de terra expostas e revolvidas pela gradagem ou aração para plantio de culturas anuais ou perenes, irrigadas ou não. As áreas de café devido a sua importância, foram categorizadas separadamente. As pastagens naturais ou não naturais são composta por vegetação rasteira, com a presença ou não de árvores espalhadas pelas áreas, não formando maciços florestais. As FIGURA 17 e FIGURA 18 abaixo, respectivamente, mostram as imagens dessas categorias.



FIGURA 17 – IMAGEM PASTAGEM E CULTURAS.

FONTE: GOOGLE EARTH (2016)



FIGURA 18 – IMAGEM PLANTIO DE CAFÉ.

FONTE: GOOGLE EARTH (2016)

Os eucaliptos, categoria florestal com presença de linhas e espaçamentos regulares entre as árvores, copas de pequeno diâmetro e adensado, formando uma textura peculiar que a caracteriza, conforme FIGURA 7.

As áreas antropizadas é a categoria que abrange as áreas ambientais modificadas para a extração mineral e ocupação urbana. Conforme pode-se visualizar nas FIGURA 19 e FIGURA 20 abaixo.



FIGURA 19 – IMAGEM ÁREA ANTROPIZADAS, CIDADE.  
FONTE: GOOGLE EARTH (2016).

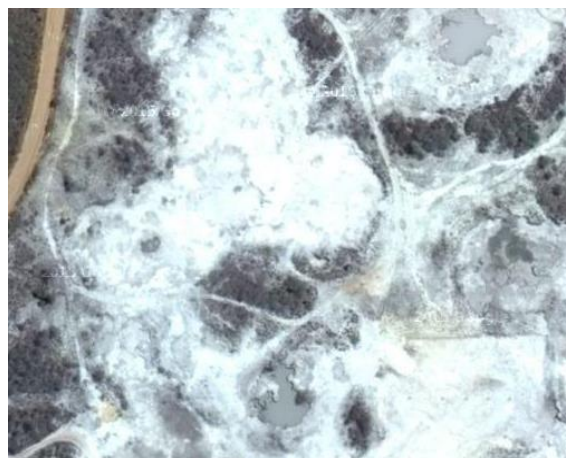


FIGURA 20 – IMAGEM, ÁREA ANTROPIZADAS, MINERAÇÃO ARGILA.  
FONTE: GOOGLE EARTH (2016).



**Método classificação taxa de áreas produtivas e áreas não produtivas.**

A determinação das áreas produtivas será feita com a soma das áreas absolutas das categorias: eucalipto, café, culturas e pastagens; divididas pelo total da área analisada. As áreas não produtivas serão a soma das áreas absolutas das categorias: vegetações nativas, áreas ambientais e áreas antropizadas; divididas pelo total da área analisada.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 SOLOS

#### 5.1.1 Resultados análises pedológicas

Os levantamentos pedológicos associado a imagens de satélites permitiu uma visão abrangente dos efeitos da restrição ao crescimento das raízes aos plantios de eucaliptos, pastagens, cultura do café e matas nativas.

Nas áreas movimentadas do relevo, notou-se que nas partes mais altas, ocorria a presença de lajeados, calhaus ou material dentrítico. Nas áreas mais baixas, a formação de solos gleizados e/ou presença de camada de solos Plínticos. Esses solos normalmente restringem o crescimento normal das raízes, comumente associado a mortalidade. Nessas áreas as posições intermediárias são as mais produtivas. As bordas do planalto são áreas onde se concentram a maior incidência de solos diferentes dos Latossolos e, geralmente, possuem restrição ao desenvolvimento das raízes.

Nas áreas planas, no interior do planalto, apesar da maior concentração de Latossolo Amarelo, deve-se ficar atento as lagoas residuais, que formam grandes manchas de solos gleizados e de áreas onde ocorre a presença de solos com diferentes níveis de coesão. Nas áreas de drenagem ocorre a formação de solos gleizados, plínticos ou litólicos. Normalmente as áreas classificadas como muito pouca umidade, os solos são rasos e possuem restrições ao desenvolvimento das raízes. Essas restrições ocasionam a diminuição na profundidade das raízes e diminuição da capacidade de água disponível, ocasionando baixa produtividade ou mortalidade.

#### 5.1.2 Resultados análise físico químicas dos solos

Os resultados das amostras coletadas não apresentaram problemas que não pudessem ser corrigidos através da aplicação de corretivos e do suprimento de nutrientes.

### 5.1.3 Análise das mortalidades

Nos estágio fenológico B praticamente 100% das árvores estavam mortas. No estágio A, os índices eram de 18%. Na avaliação das seis árvores não observou-se a ocorrência de fungos patogênicos, insetos e bactérias ou seus vestígios.

O primeiro sintoma verificado foi a mudança da cor da copa de um verde escuro para um verde claro, as árvores que apresentaram essas características morreram. O sintoma mais característico foi a má formação anatômica das raízes ou crescimento horizontal, que ocorreu em todas as amostras, pode-se considerar como um sintoma marcador da doença.

Os principais fatores relacionados a mortalidade foram: clima, restrições ao crescimento normal das raízes, profundidade das raízes, problemas anatômicos nas raízes - crescimento horizontal/lateral das raízes, geotropismo negativo -, existência e profundidade da camada de plintita ou petroplintita, relevo, clone ou material genético e estágio fenológico de desenvolvimento das árvores.

Características dos estágios fenológicos sua relação com a taxa de mortalidade na região:

- No estágio A - 0 a 1,5 ano – o crescimento em biomassa é pequeno, a relação copa/raiz é equilibrada, a concorrência ainda é baixa. Nesse estágio os índices de mortalidade são menores e ocorrem, principalmente, quando a coesão é superficial.
- No estágio B – 1,5 a 3 anos – a competição por água e nutrientes está estabelecida, a relação copa/raiz é maior para a copa, começa o maior crescimento em biomassa. A camada de coesão é mais profunda, o que permitiu a sobrevivência do estágio A para o B.
- No estágio C – 3 a 4 anos ou mais - nessa fase o eucalipto atinge a sua máxima produtividade em biomassa, a relação copa/raiz é equilibrada. Nesse estágio é mais difícil a ocorrência de mortalidade. Supõem-se que a árvore passou pelo estágio B devido aos períodos anteriores terem sido mais úmidos conforme o registrado, não suportando um ano normal ou mais seco.

Os AEC0144, AEC0224, A08 e o *C. citriodora*, apresentaram baixa resistência, a essas condições. O *E. camaldulensis*, apresentou alta resistência. A seguir fotos que mostram os sintomas verificados em campo.

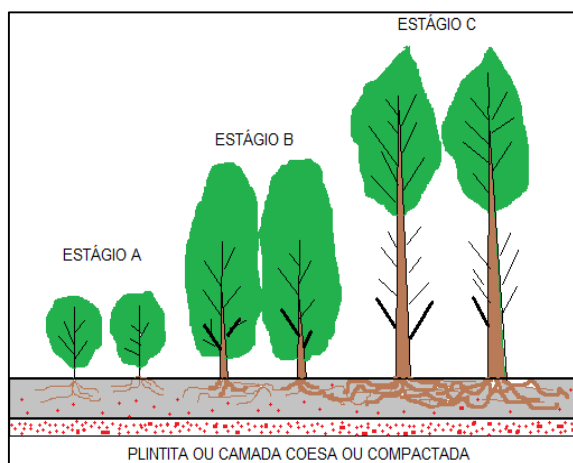


FIGURA 21 – ILUSTRAÇÃO ESTÁGIOS FENOLÓGICOS, RELAÇÃO COPA/RAÍZES, SOB EFEITO DA RESTRIÇÃO DAS RAÍZES.



FIGURA 22 – FOTO, SINTOMA INICIAL, COPA VERDE CLARO ATRÁS ARVORE COR VERDE ESCURO NORMAL



FIGURA 23 – FOTO RAÍZES COM MÁ FORMAÇÃO ANATÔMICA CRESCIMENTO HORIZONTAL, ESTÁGIO A.

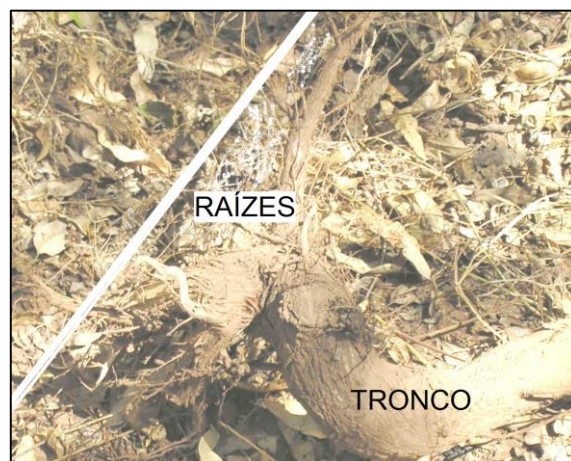


FIGURA 24 - FOTO RAÍZES COM MÁ FORMAÇÃO ANATÔMICA CRESCIMENTO HORIZONTAL, ESTÁGIO B.

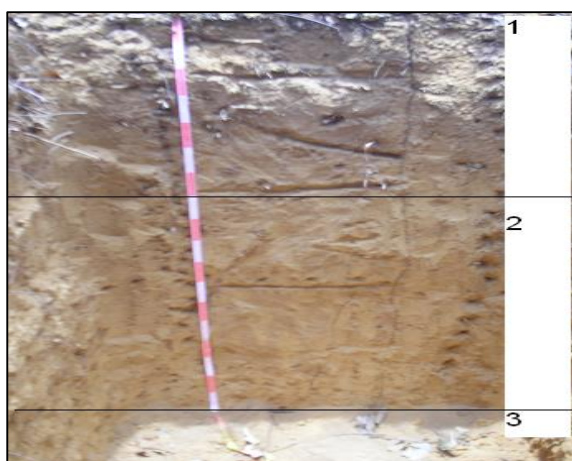


FIGURA 25 – FOTO PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS, SOLOS COESOS, A PARTIR LINHA 2, NOTAR QUE MAIOR PARTE RAÍZES ESTA RESTRITAS A 1ª CAMADA, 0-0,7 m.



FIGURA 26 – FOTO SINTOMAS COPAS COM A COR PALHA, ESTÁGIO FENOLÓGICO B.

#### 5.1.4 Resultado categorização de falhas e clareiras dos plantios de eucaliptos

Devido a estratificação realizada na região de estudo, pela classificação da umidade de campo e por meio da metodologia de amostragem, foi possível verificar em quais áreas ocorreram maior quantidade de plantios de eucalipto. Os resultados podem ser verificados na FIGURA 27 abaixo. Os resultados quanto a classificação de falhas e clareiras para os plantios de eucalipto está na FIGURA 28 abaixo.

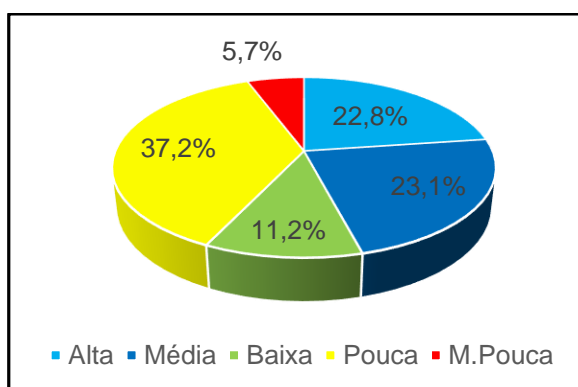


FIGURA 27 – GRÁFICO PLANTIOS EUCALIPTO, POR CLASSIFICAÇÃO DE UMIDADE.

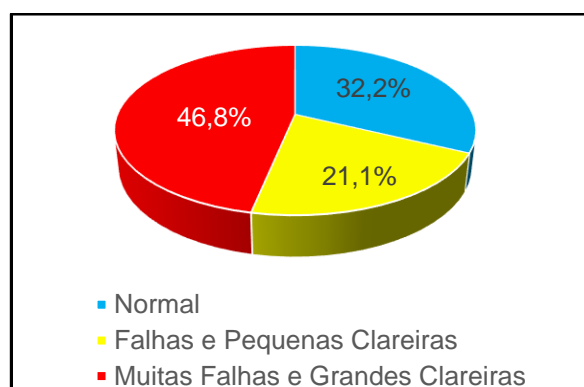


FIGURA 28 – GRÁFICO PLANTIOS EUCALIPTO, POR CATEGORIAS DE FALHAS E CLAREIRAS.

A área de pouca umidade foi a que obteve a maior parte dos plantios na região e a área de muito pouca umidade obteve a menor área plantada. As áreas categorizadas com muitas falhas e grandes clareiras, correspondem a maior parte das terras plantadas com eucalipto. A FIGURA 29, abaixo apresenta os resultados por classificação de umidade e por categorias de falhas e clareiras.

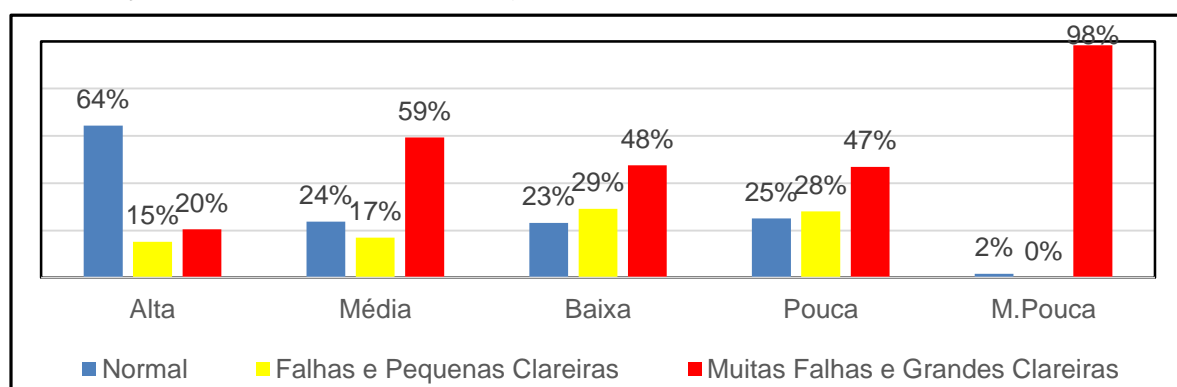


FIGURA 29 – GRÁFICO CATEGORIAS DE FALHAS E CLAREIRAS POR CLASSIFICAÇÃO DE UMIDADE

A área com melhor condição de solo é a de alta umidade. As áreas classificadas como: média, baixa e pouca umidade apresentaram, basicamente, os mesmos índices de falhas e clareiras, o que demonstra que são áreas semelhantes

em relação as restrições de solos. Já a área classificada como de muito pouca umidade, apresentou os piores resultados por projeto avaliado.

#### 5.1.5 Levantamento de usos dos solos - Quadrantes

Os resultados quanto ao uso do solo foram estratificados por classificação de umidade e esses resultados estão na FIGURA 30, abaixo.

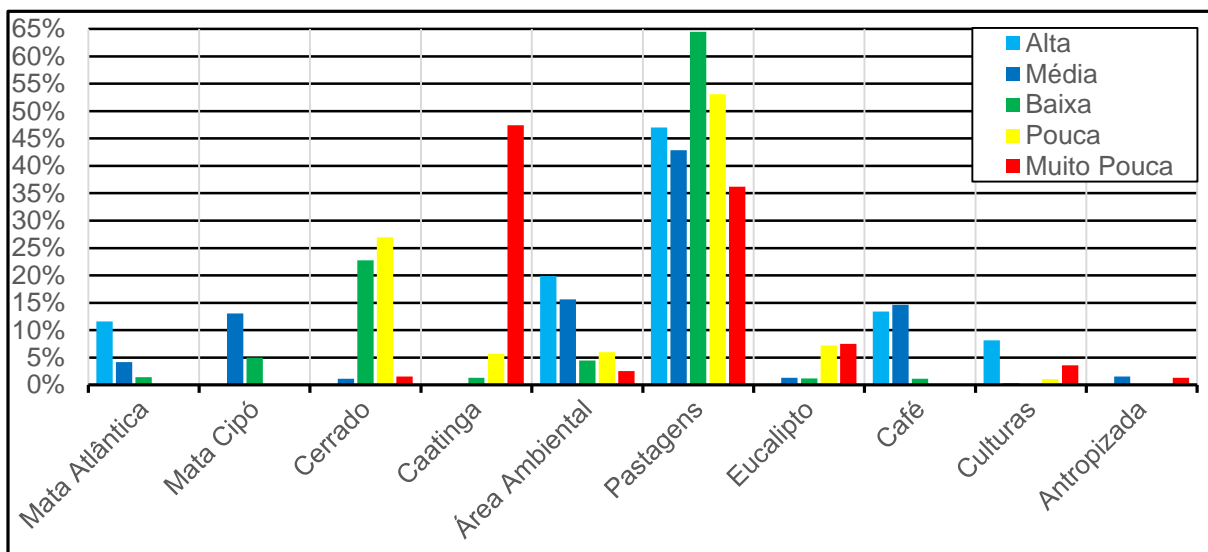


FIGURA 30 - GRÁFICO ÁREAS PERCENTUAL DO USO DOS SOLOS, ESTRATIFICADO PELA CLASSIFICAÇÃO UMIDADE CAMPO.

#### Descrição dos resultados do uso do solo

Pode-se observar que as vegetações nativas ocorrem nas faixas de classificação de umidade. As áreas de baixa e pouca umidade praticamente possuem porcentagem semelhante as do cerrado. As áreas ambientais são maiores nas classes mais úmidas, devido aos rios e nascentes e a maior declividade junto a borda leste. As pastagens são a principal atividade agrícola da região e ocupam a maior parte das terras. Possuem maiores índices de ocupação em áreas de cerrado, assim como os plantios de eucaliptos. O eucalipto apresenta-se com elevada taxa de plantio na área de muito pouca umidade, o que não corresponde à realidade. O desvio ocorreu devido a um quadrante ter sido lançado no maior plantio que existe nesta classe. Como é de se esperar a cultura do café concentra-se nas áreas mais úmidas e as outras culturas nas áreas de alta umidade e de muito pouca umidade, com plantios irrigados.



## 5.2 CLIMA

### 5.2.1 Classificação umidade

A classificação de umidade, realizada em campo, permitiu uma estratificação das terras da região quanto ao clima, propiciando o macro zoneamento ambiental e produtivo. O mapa de usos do solo com o reconhecimento de matas nativas, das culturas e o conhecimento de suas necessidades climáticas, permitiram verificar a precisão dos trabalhos realizados em campo e a classificação de áreas não acessadas. A TABELA 3, abaixo, mostra as áreas da região de estudo classificadas quanto a umidade.

Classificação Umidade	Área (ha)	Distribuição (%)
Alta	149.467	15,1
Média	72.712	7,3
Baixa	155.452	15,7
Pouca	107.661	10,8
Muito Pouca	443.943	44,7
Não definido	63.194	6,4
Total:	992.4280	

TABELA 3 – ÁREAS, POR CLASSIFICAÇÃO DE UMIDADE CAMPO.

A FIGURA 31, abaixo, mostra o mapa das isoietas da classificação de umidade, relacionando clima e relevo.

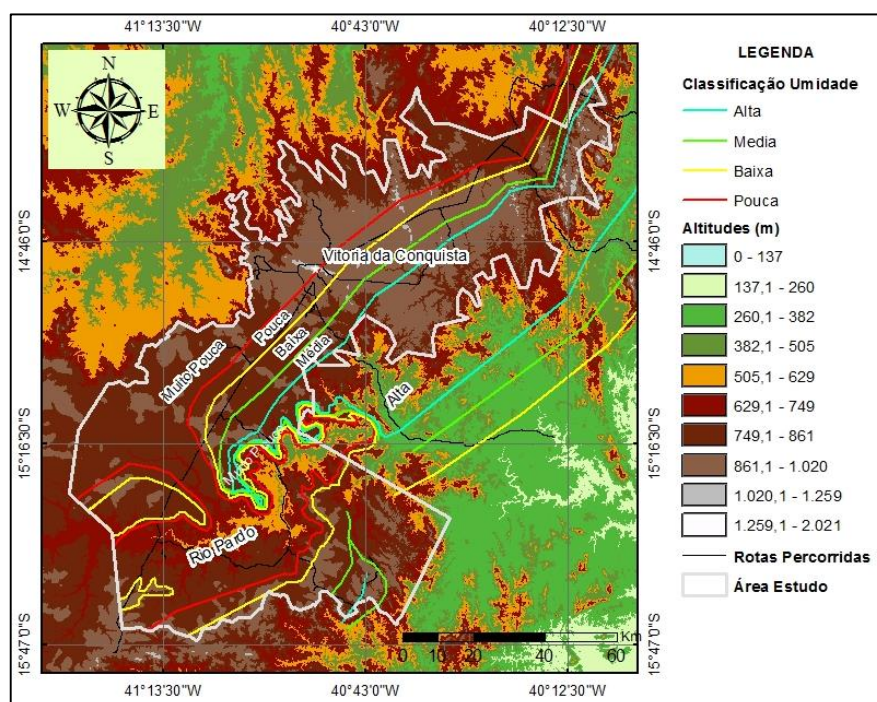


FIGURA 31 - MAPA ISOIETAS DA CLASSIFICAÇÃO UMIDADE E RELEVO.

### 5.2.2 Balanço hídrico, clima e exigências climáticas espécies eucaliptos

Os resultados de catorze anos do balanço hídrico, com a classificação de umidade anual e suas variações, podem ser analisadas abaixo na FIGURA 32.

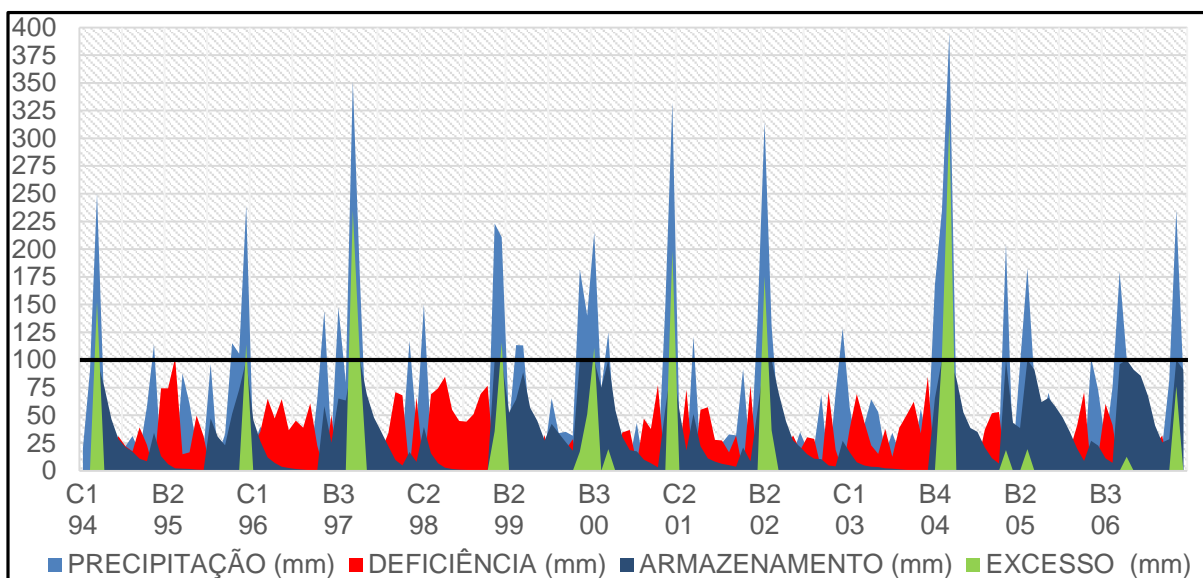


FIGURA 32 - GRÁFICO BALANÇO HÍDRICO ANUAL E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA ANUAL, PERÍODO DE 1994 A 2006, VITÓRIA DA CONQUISTA – BA.

Tipos Climáticos	
A = Superúmido	C2 = Subúmido
B4 = Úmido	C1 = Subúmido
B3 = Úmido	D = Semiárido
B2 = Úmido	E = Árido
B1 = Úmido	

QUADRO 3 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA, ÍNDICE DE UMIDADE.

FONTE: THORNTHWAITE (1948).

A estação meteorológica de Vitória da Conquista - BA está localizada dentro da área classificada de pouca umidade ou cerrado. A análise do balanço hídrico ano a ano, permite avaliar os extremos climáticos e sua frequência. A pior seca registrada foi no ano de 1995, quando o déficit hídrico atingiu 100%, por curto período de tempo. Em outros anos, conforme a classificação de umidade, intercalaram-se anos secos e úmidos. Três anos foram classificados nesse período de tempo como C1, próximo a classificação semi-árido. Porém, existem anos com boa umidade e o solo tem boa capacidade de armazenamento de água. Em anos considerados normais, o déficit hídrico é menor que 60%, considerado normal e benéfico para plantios como o de café, por exemplo (TUBELIS, 2001). Analisando a TABELA 1, dos fatores edafoclimáticos para as espécies de eucaliptos, verifica-se que a temperatura média de 20,4°C e o déficit hídrico médio de 50 mm, são valores que situam-se dentro das



faixas aceitas para as espécies listadas na TABELA 2. Na área de muito pouca umidade as espécies de *E. grandis* e *E. urophylla*, não são indicadas no nível de macro zoneamento, pois espera-se que a média das chuvas sejam menores, pois a estação climática de Vitória da Conquista – BA localiza-se na divisa da classe de pouca umidade para muito pouca umidade.

### 5.3 PRODUTIVIDADE FLORESTAL

#### 5.3.1 Inventário florestal

Os resultados dos inventários analisados em conjunto com os fatores produtivos podem indicar os impactos na produtividade devido as variações observadas. A análise dos locais de forma detalhada permite, estimar a produtividade potencial da região. Os resultados dos inventários são mostrados de maneira gráfica, FIGURA 31 abaixo.

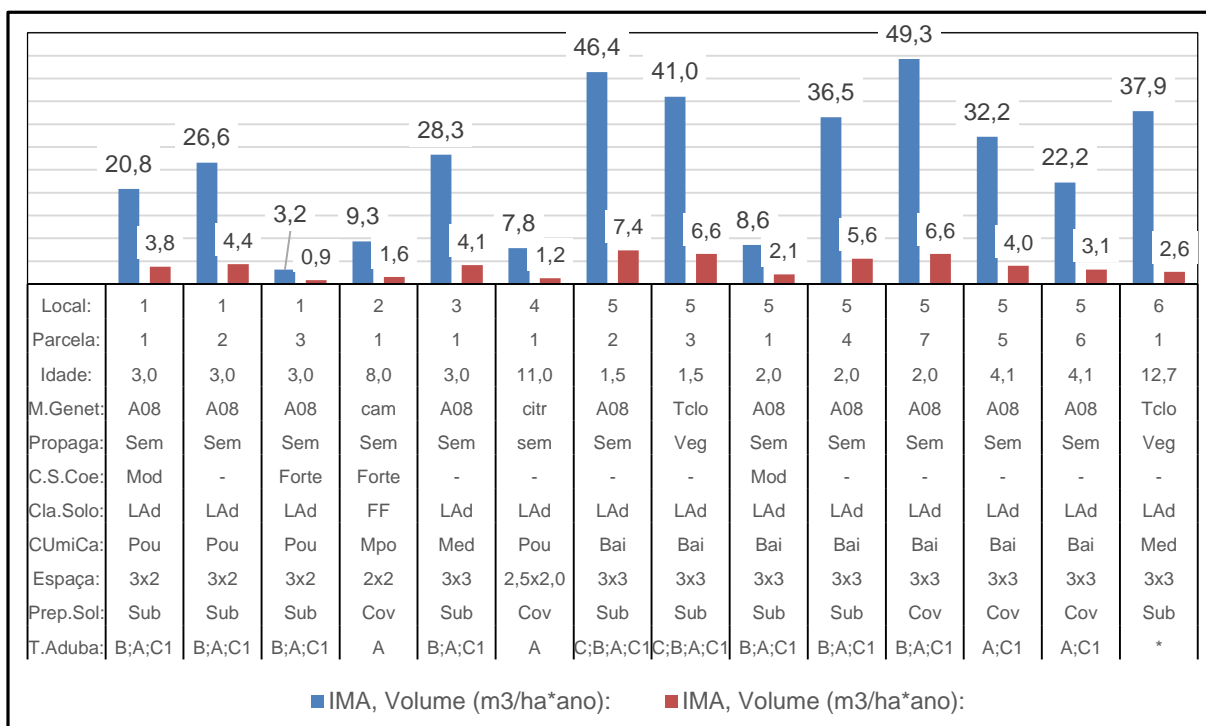


FIGURA 33 – GRÁFICO RESULTADOS INVENTÁRIOS E FATORES PRODUTIVOS.

**Legenda e observações:**

1-M.Gen = Material Genético. (A08; cam = *Eucalyptus camaldulensis*; citr = *Corymbia citriodora*; Tclo = Teste Clonal, vários tipos de clone).

2-Propaga. = Propagação. (Veg.= Vegetativa ou Clonal; Sem.= sementes).

3-C.S.Coe = classificação do solo quanto a coesão (Mod. =Moderado; Forte = Fortemente).

4-ClaSolos = classificação de solos. (LAd = LATOSSOLOS AMARELO distrófico; LVAd = LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico; FF = PLINTOSSOLOS PÉTRICOS).

5-Prep.Sol = preparo do solo (Cov. = Coveado ou Sub = Subsulado).

6-CUmCa = Classificação de Umidade Campo (MPo = muito pouco; Pou = pouco; Bai = baixa; Med = média; Alt = alta).

7-T.Aduba = tipos de Adubação. (C=calagem; B=base ou fosfatada na linha de subsolagem; A = arranque; C1 = 1º Cobertura e C2 = 2º Cobertura); as quantidades e as fontes, não foram especificadas, somente a operação.

8-IMA. Vol = Incremento médio anual (m³/ha/ano).

9-IMA.AB = Incremento médio anual, Área Basal (m²/ha/ano).

\* empresa de tradição no setor, considera-se que realizou as adubações necessárias.

**Análise das produtividades e produtividade potencial aos 7 anos**

**Local 1** - (14° 51' 41"S e 40°59' 25"W), estima-se que na parcela 3, fortemente coesa, a produtividade potencial seja de 3,2 m³/ha/ano. Na parcela 1, moderadamente coesa, a produtividade potencial deve ficar entre 5 e 10 m³/ha/ano. Na parcela 2, a produtividade potencial deve ficar entre 15 e 20 m³/ha/ano.

**Local 2** - (14° 31' 08"S e 40° 22' 47"W), plantio de *E. camaldulensis* Dehn, a produtividade de 9,3 m³/ha/ano, pode ter sido maior na idade de 7 anos, o plantio adensado favoreceu uma forte competição que pode ter prejudicado o crescimento. Logo, a produtividade potencial deve ficar entre 12 e 15 m³/ha/ano.

**Local 3** – (14° 52' 09"S e 40° 39' 05"W) a floresta apresentava sintomas de déficit de potássio e nitrogênio. O valor de 28,3 m<sup>3</sup>/ha/ano, pode aumentar caso realize-se uma nova adubação de cobertura. Supondo que a adubação seja feita, estima-se que a produtividade potencial deve ficar entre 35 e 38 m<sup>3</sup>/ha/ano.

**Local 4** – (14° 40' 42"S e 40° 50' 19"W) estima-se que a produtividade poderia ser maior num plantio com espaçamento 3x3 e com preparo mecanizado do solo. Nestas condições estima-se que a produtividade potencial deve ficar entre 12 e 16 m<sup>3</sup>/ha/ano. Entretanto, nas áreas próximas em cota inferior, em Plintossolos Argilúvicos verificou-se a mortalidade de 100% dessa espécie.

**Local 5**, - (14° 56' 54"S e 40° 54' 20"W), as **parcelas 2 e 3** com apenas 1,5 anos apresentaram rendimentos de 46,4 e 41,0 m<sup>3</sup>/ha/ano, respectivamente. A produtividade potencial deve ficar entre 40 e 45 m<sup>3</sup>/ha/ano. A produtividade menor do teste clonal ou Parcela 3, é devido ao pouco crescimento de alguns clones testados. Nas **parcelas 1, 4 e 7**, com 2 anos de idade, encontrou-se produtividades de 8,9 ; 36,5 e 49,3 m<sup>3</sup>/ha/ano, respectivamente. A **parcela 1**, apresentou baixo desenvolvimento devido a presença de solo moderadamente coeso, a produtividade potencial deve ficar entre 8 e 10 m<sup>3</sup>/ha/ano. Em relação as **parcelas 4 e 7**, a parcela 4 estava próxima a área de solo gleizado, o que explica a diferença de crescimento em relação parcela 7. Em média, as duas parcelas estão produzindo 42,9 m<sup>3</sup>/ha/ano e estima-se que a produtividade potencial deve ficar entre 40 e 45 m<sup>3</sup>/ha/ano. Nas **parcelas 5 e 6**, plantios com 4,1 anos, a parcela 6 estava próxima ao solo gleizado e o preparo do solo manual afetou a produtividade nas duas parcelas, a produtividade média das duas parcelas foi de 27,2 m<sup>3</sup>/ha/ano, a produtividade potência deve ficar entre 20 e 25 m<sup>3</sup>/ha/ano.

**Local 6** – (15° 38' 01"S e 40° 50' 22"W) a produtividade de 37,9 m<sup>3</sup>/ha/ano, com 12,7 anos de idade. Pode-se inferir que essa produtividade deve ter sido maior na idade de 7 anos. Estima-se que a produtividade potencial deve ficar entre 40 e 45 m<sup>3</sup>/ha/ano.

Os levantamentos de sobrevivência mostram que em área de solo considerado normal tem-se sobrevivência de 94% a 85%. Em solos moderadamente coesos tem-se a média de 74% de sobrevivência, já para fortemente coeso tem-se sobrevivência de 30% para A08 e 60% para o *E. camaldulensis* Dehn, conforme FIGURA 32 abaixo.

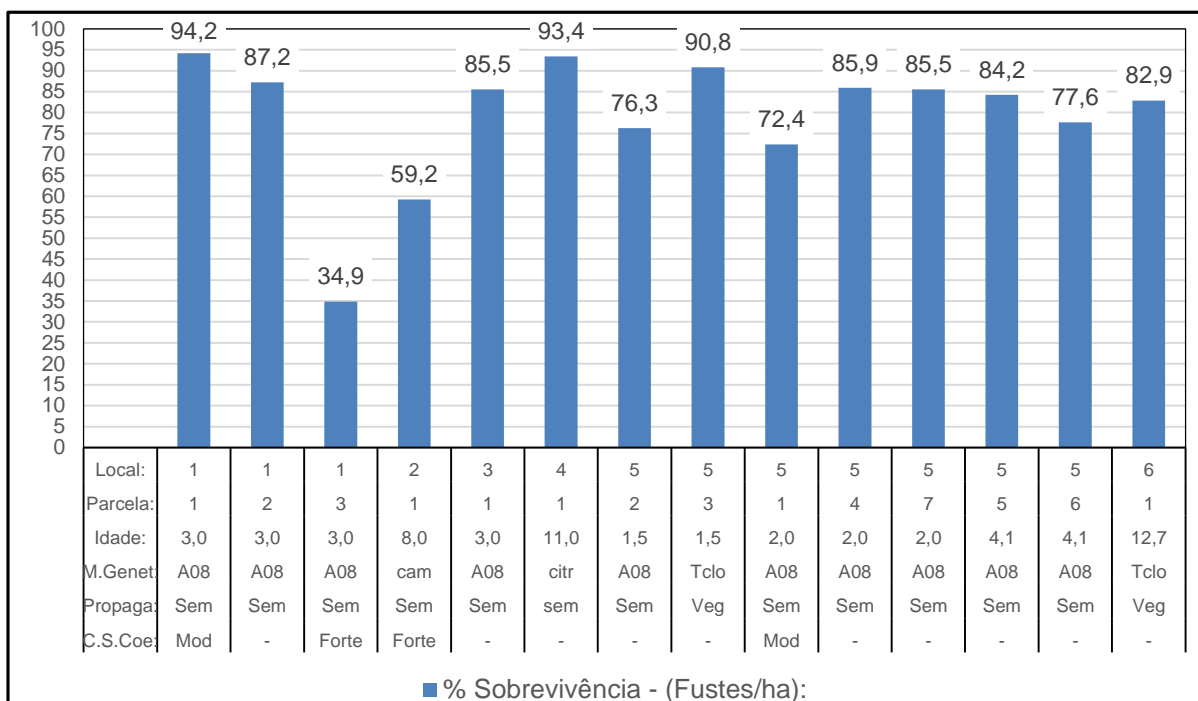


FIGURA 34 – LEVANTAMENTO DE SOBREVIVÊNCIA, FUSTES/HA.

### 5.3.2 Estratégia para definição das espécies para novos plantios, baseado nos fatores produtivos solos, clima e espécies

Os fatores produtivos solos, clima e materiais genéticos são fatores que determinam a produtividade. Os solos, demonstraram ser o principal fator limitante a produtividade em todos locais e tipos de clima. Onde o solo apresentou condições normais o material genético A08, foi o que apresentou os melhores resultados. Entretanto, não é indicado para solos coesos e área classificada como de muito pouca umidade. O *E. camaldulensis* apresentou a maior resistência a todas condições de desfavoráveis de solos, manejo e clima. Todavia, apresentou maior produtividade que o A08 nas condições adversas. Recomenda-se o plantio de mais de um material genético, devido as condições edafoclimáticas. Diante desse estudo, a nova estratégia consiste em plantar o material genético adequado a cada local e estimar os ganhos produtivos.

### 5.3.3 Estimativas da produtividade associando resultados do inventário florestal aos das fontes bibliográficas para A08 e *E. camaldulensis*

São várias as fontes, as informações e os resultados, entretanto, o resultado que mais se aproximou dos resultados obtidos no inventário florestal, foi o de 10 a 20 m<sup>3</sup>/ha/ano, do *E. camaldulensis* da pesquisa de Drumond e Oliveira (2006). Esses valores correspondem, aproximadamente, aos encontrados no Local 2, para *E. camaldulensis*. Sob as condições consideradas mais restritivas a produtividade. A questão é definir qual a produtividade nas áreas de coesão moderada, onde ocorre falhas e pequenas clareiras. Considerando que nessas áreas sejam plantas com *E. camaldulensis*, conforme o experimento de Drumond e Oliveira (2006), pode-se estimar que a produtividade potencial deve ficar entre 15 e 25 m<sup>3</sup>/ha/ano.

Para o A08, nos locais de solos normais, a produtividade potencial deve ficar em 42,5 m<sup>3</sup>/ha/ano; é a que aproxima-se da realidade, dentro das áreas classificadas como de baixa a alta umidade. Nas áreas de forte coesão, estima-se a produtividade potencial de 3,2 m<sup>3</sup>/ha/ano, conforme Local 1. E nos locais de média coesão conforme a média dos Locais 1 e 5, parcelas 1 e 1, estima-se a produtividade potencial de 8,0 m<sup>3</sup>/ha/ano. A TABELA 4 abaixo, resume a produtividade por material genético.

Classificação Solos	Categorias falhas e clareiras	<i>E. camaldulensis</i>	A08
		Produção (m <sup>3</sup> /ha/ano)	
Normal	Normal	-	42,5
Moderadamente coeso	Falhas e pequenas clareiras	15 a 25, ou 20	8
Fortemente coeso	Muitas falhas e grandes clareiras	10 a 20, ou 15	3,2

TABELA 4 – PRODUTIVIDADES ESTIMADAS POR FATORES PRODUTIVOS EDAFOCLIMÁTICOS E MATERIAIS GENÉTICOS.

### 5.3.4 Estimativa da produtividade baseado nas categorias de falhas e clareiras e o macrozoneamento produtivo

Como as estimativas de produtividade determinadas pelo inventário florestal estavam associadas a coesão do solo conforme TABELA 4, pode-se relacionar esses resultados com a categorização de falhas e clareiras, que foram relacionadas as coesão dos solos e relacionados ao macrozoneamento climático, através dos dados relativos da FIGURA 29. Por meio dessas relações pode-se estimar a produtividade da estratégia atual e a nova. As TABELA 5 e a TABELA 6 abaixo, mostram, respectivamente, os resultados dessas duas estratégias.

Classificação Umidade	Categorias de falhas e clareiras e áreas relativas por classe de umidade (%)			Produtividades estimadas pela classificação de coesão dos solos e materiais genéticos (m³/ha*ano)			Produtividade Média Estimada (m³/ha*ano)
	Normal	Falhas e pequenas clareiras	Muitas Falhas e grandes clareiras	Normal	Moderada- mente coesos	Fortemente coesos	
	(1)	(2)	(3)	A08 (4)	A08 (5)	A08 (6)	(1)*(4)+(2)*(5)+ (3)*(6)
Alta	64	15	20	42,5	8	3,2	29,2
Média	24	17	59	42,5	8	3,2	13,3
Baixa	23	29	48	42,5	8	3,2	13,7
Pouca	25	28	47	42,5	8	3,2	14,4
Muito Pouca	2	0	98	42,5	8	3,2	3,8
Área Estudo	32	21	47	42,5	8	3,2	16,9
Média Ponderada						Área (ha)	Produtividade (m³/ha*ano)
Área de Estudo						929.237	11,5
Alta a pouca umidade						485.294	18,6
Alta a baixa umidade						377.623	19,8
Alta a média umidade						222.180	24,0

TABELA 5 – RESULTADOS DAS ESTIMATIVAS DE PRODUTIVIDADE BASEADAS NA ESTRATÉGIA DE PLANTIO ATUAL.

Classificação Umidade	Categorias de falhas e clareiras e áreas relativas por classe de umidade (%)			Produtividades estimadas pela classificação de coesão dos solos e materiais genéticos (m³/ha*ano)			Produtividade Média Estimada (m³/ha*ano)
	Normal	Falhas e pequenas clareiras	Muitas Falhas e grandes clareiras	Normal	Moderada- mente coesos	Fortemente coesos	
	(1)	(2)	(3)	A08 (4)	<i>E. camal- dulensis</i> (5)	<i>E. camal- dulensis</i> (6)	(1)*(4)+(2)*(5)+ (3)*(6)
Alta	64	15	20	42,5	20	15	33,5
Média	24	17	59	42,5	20	15	22,4
Baixa	23	29	48	42,5	20	15	22,9
Pouca	25	28	47	42,5	20	15	23,3
Muito Pouca	2	0	98	42,5	20	15	15,4
Área Estudo	32	21	47	42,5	20	15	24,9
Média Ponderada						Área (ha)	Produtividade (m³/ha*ano)
Área de Estudo						929.237	21,0
Alta a pouca umidade						485.294	26,1
Alta a baixa umidade						377.623	27,0
Alta a média umidade						222.180	29,8

TABELA 6 - RESULTADOS DAS ESTIMATIVAS DE PRODUTIVIDADE BASEADA NA NOVA ESTRATÉGIA DE PLANTIO.

A diferença entre as TABELA 5 e TABELA 6, mostra o ganho em produtividade com a mudança de estratégia de plantio, conforme TABELA 7 abaixo.

Classificação Umidade	Ganhos de Produtividade (m <sup>3</sup> /ha*ano)	Ganhos de Produtividade (%)
Alta	4,2	14,5
Média	9,0	67,8
Baixa	9,1	66,3
Pouca	8,9	61,8
Muito Pouca	11,6	302,3
Produtividade Média Ponderada		
Área de Estudo	8,0	47,7
Alta a pouca umidade	9,5	82,3
Alta a baixa umidade	7,6	40,6
Alta a média umidade	7,2	36,3

TABELA 7 - GANHOS DE PRODUTIVIDADE NA MUDANÇA DE ESTRATÉGIA DE PLANTIO.

A análise de vários fatores permitiu o macrozoneamento produtivo da região de estudo, baseados nos dados da nova estratégia de plantio, conforme FIGURA 33 abaixo.

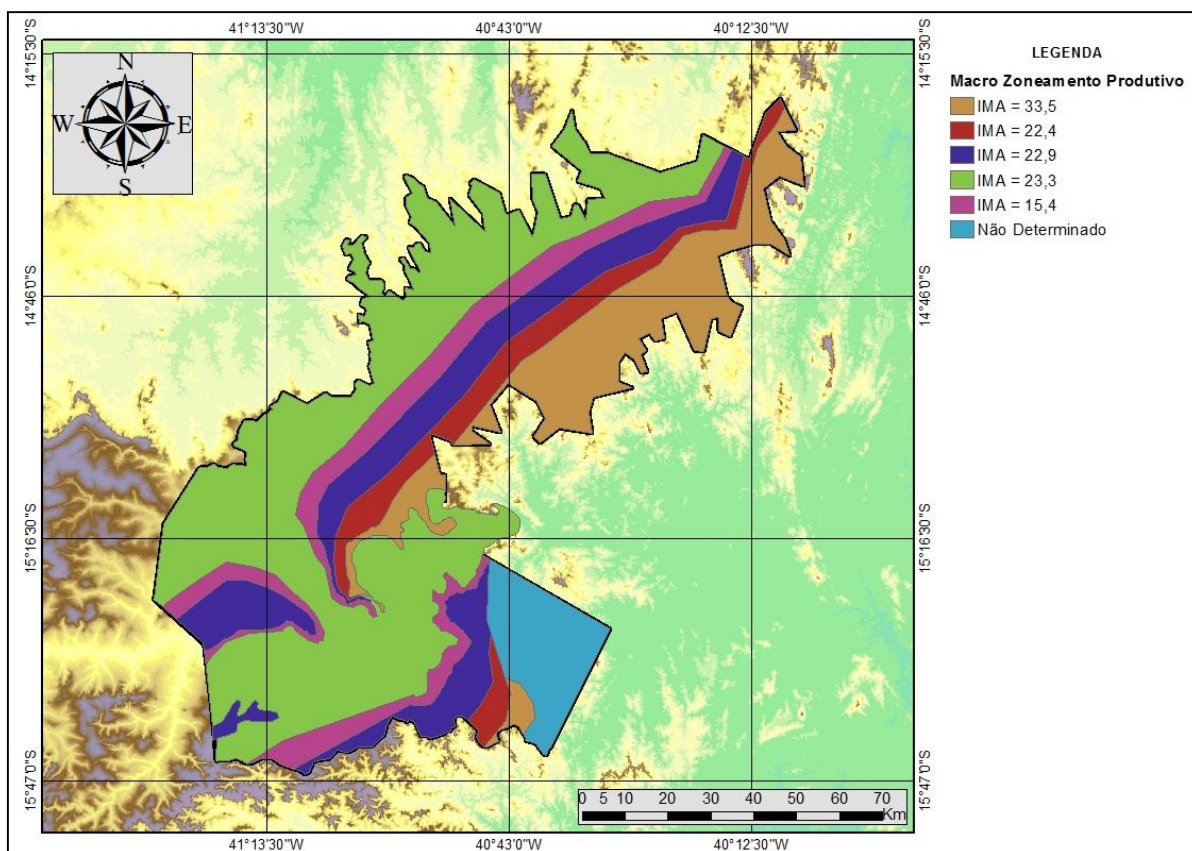


FIGURA 35 – MAPA MACRO ZONEAMENTO PRODUTIVO, PLANTIOS EUCALIPTOS NOVA ESTRATÉGIA PLANTIO, (IMA = m<sup>3</sup>/ha/ano).

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A classificação de umidade campo, obtida pela análise dos bio-indicadores, permitiu a determinação do macrozoneamento climático da região. Com a utilização de imagens de satélites e a classificação quanto aos usos do solo, por meio de quadrantes, permitiram verificar a precisão da classificação de umidade campo e a avaliação em áreas que não foram acessadas por terra. Além disso, a classificação dos quadrantes quanto aos usos do solo permitiu obter informações estratégicas sobre as áreas rurais da região.

O clima da região, conforme a classificação umidade, está atrelado ao relevo nos níveis macro e micro ambientais. Logo, o relevo é um fator determinante na produtividade e necessita de observação criteriosa do silvicultor para correta recomendações silviculturais.

As análises pedológicas da região indicaram a presença de classes de solos com características restritivas ao crescimento normal das raízes, o que ocasionava a diminuição da capacidade de água disponível, o que diminuía a produtividade florestal pelo aumento do déficit hídrico. Mesmo nos Latossolo Amarelos, classe de solo mais indicada ao plantio de eucaliptos, podem ocorrer camadas coesas que causam o mesmo efeito na produtividade. Esse fator, associado ao plantio de materiais genéticos de baixa resistência, é o principal causador das mortalidades e, provavelmente, das falhas encontradas. Para diminuir os riscos e aumentar a produtividade a análise pedológica das áreas de plantio e a correta recomendação do material genético são indicados. O melhoramento genético e a experimentação da espécie e variedades do *E. camaldulensis* Dehn. nas diferentes áreas de restrições, pode resultar na seleção de materiais mais produtivos.

Na área analisada não verificou-se práticas de conservação do solo e da água como: curvas de nível, bacias de captação e terraceamentos. Essas práticas comuns no norte de Minas Gerais e em outras áreas sujeitas a erosão promovem o armazenamento maior de água nos solos e o aumento de sua disponibilidade nos períodos de seca e, conseqüentemente, aumentam a produtividade.

O inventário florestal associado a identificação dos aspectos ambientais promoveu uma melhor compreensão das produtividades dos plantios. Pois os resultados, na maioria das parcelas, confirmaram a influência desses aspectos, assim



como dos manejos florestais usados. Ressalta-se que os resultados estão próximos aos dados bibliográficos. Mas, para uma avaliação estatística necessita-se de um maior número de parcelas.

A ocorrência de falhas e clareiras estava relacionada as restrições de solos, que foram observadas nos resultados do inventário florestal. Essa relação e a classificação das imagens de satélites dos plantios florestais da região, permitiu a estimativa da produtividade potencial, nas diferentes classificações de umidade.

As análises dos fatores produtivos proporcionaram visão estratégica da área de estudo porque foi possível entender os fenômenos e seus efeitos de uma maneira espacializadas, mostrando onde estão as áreas com menor risco e maior produtividade. Isto aumenta as chances de se obter êxito na implantação de um novo projeto florestal e na correção de projetos implantados.

## REFERÊNCIAS

ALFENAS A. C.; ZAUZA E. A. V.; MAFIA E. G.; ASSIS F. T. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV. 2004. p. 442.

ANDRADE G. C.; OLIVEIRA E. B.; BELLOTE A. F. J.; CHIODELLI A.; BECK N.; Desempenho de Clones de Eucalyptus no Oeste do Estado do Paraná, In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 3., 2014, Campinas. Anais: resumos expandidos. Curitiba: Malinovski, 2014. p. 173. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1003155>> Acesso em: 19/12/2016.

DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R. Seleção de espécies/procedências do gênero eucalyptus potencias para o semi-árido do Brasil. In: CONGRESO LATINOAMERICANO IUFRO, 2., 2006, La Serena, Chile. Trabajos completos... La Serena: IUFRO; INFOR; FAO, 2006. p. 7. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/149959>> Acesso em: 26/06/2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA FLORESTAS. **Transferência de tecnologia florestal, cultivo de eucalipto em propriedades rurais, diversificação da produção e renda**. 1. ed. Brasília, 2014. p.138

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro. 2006.p.306.

FERREIRA FRANCISCO ALVES. **Patologia florestal, principais doenças florestais do Brasil**. 1. ed. Viçosa.1989. p. 570.

FOELKEL CELSO, **Perguntas e respostas, pergunta nº 333, comprimento raízes do eucalipto**. Disponível em: <[www.eucalyptus.com.br/eucaexpert/Pergunta%20333.doc](http://www.eucalyptus.com.br/eucaexpert/Pergunta%20333.doc)>. Acesso em: 18/06/2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa de solos da folha SD.24 - Salvador, escala:1:250.000**. Disponível em:<<http://www.geoservicos.ibge.gov.br/IBGE>> Acesso em:16/06/2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, **Mapa de clima do Brasil, classificação de regiões quanto ao padrão de umidade e seca mensais, escala 1:5.000.000**. Disponível em: <http://www.geoservicos.ibge.gov.br/geoserver/>. Acesso em; 14/06/2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFIA E ESTATÍSTICA – IBGE; EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA SOLOS. **Relevo do Brasil, escala:1:5.000.000**. 2005. Disponível em: <http://www.visualizador.inde.gov.br> Acesso em: 13/06/2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET, **Agrometeorologia dos cultivos, o fator meteorológico na produção agrícola**, 1. ed. Brasília. 2009, p. 570.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET, **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa (BDMEP)**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 09/06/2016.

MARIN F. R. **Relação entre cultura e clima**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 19/07/2016.

MIRANDA, E. E. **Brasil em relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 13 jun. 2016.

MOURA, V. P. G. **Potencial e uso de espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia* de acordo com locais e usos**. 1. ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2001. p.32.

PANIZZA A. C.; FONSECA F. P.. Técnicas de interpretação visual de imagens. **Revista GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 30, p. 30–43, 2011. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geousp/article/viewFile/74230/77873> Acesso em: 21/07/2016.

PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SD24 Salvador, levantamento recursos, naturas geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: Divisão de Publicação. 1981. p. 624.

REGISTRO NACIONAL DE SEMENTES E CUTIVARES - **RENASEM**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/>> Acesso em: 29/06/2016.

REZENDE, M.; CURI, N.; REZENDE S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia, base para distinção de ambientes**. 4. ed. Viçosa: NEPUT.2002. p. 338.

RIBEIRO, L. P. Evolução da cobertura pedológica dos tabuleiros costeiros e a gênese dos horizontes coesos. **WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 2001**. Anais. Aracaju: Embrapa,2001. p. 93-121.

RICCI M. R. *et al.*, **Cultivo de café orgânico - clima**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>> Acesso em: 19/07/2016.

ROCHA, J. E. S. **Palma forrageira no nordeste do Brasil, estado da arte**. 1. ed. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos. 2012. p. 40. Disponível em:< <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/979108/1/DOC106.pdf>> Acesso: 19/12/2016.

SANTOS R. D.; LEMOS R. C.; SANTOS H. G.; KER J. C.; ANJOS L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora. 2005. p. 100.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Mapa geodiversidade do Estado da Bahia, escala 1.250.000**. Brasília. 2006. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade-162>> Acesso em: 10/06/2016.

SILVA, JOSÉ A. A. Potencialidade de florestas energéticas de Eucalyptus poló gesso de Araripe Pernambuco. In: **Anais da Academia Pernambucana de Ciências Agrônômica**, Recife: UFPE e DEF. Vol. 5 e 6, p. 301-319, 2008-2009.

STAPE J. L. *et. al.* The Brazil potential productivity project influence: influence of water, nutrientes and stand uniformity on wood production. **Journal Ecology and Management**. On line: ELSEVIER. n.259. 2010.Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/foreco](http://www.elsevier.com/locate/foreco)> Acesso: 10/06/2016.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a national classification of climate. **Geographycal Review**. London.1948. n. 38. p. 53-94.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1)

TUBELIS A. **Conhecimentos práticos sobre clima e irrigação**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 2001. p. 215.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. 1. ed. Viçosa: UFV. 1991. p. 449.

## APÊNDICE



FOTO LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO, (14,799° S; 40,496W).



IMAGEM, VISÃO SUPERIOR, LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO.  
FONTE: GOOGLE EARTH (2016).



FOTO: GLEISSOLOS, ÁREA EXPLORADA PELAS CERÂMICAS DA REGIÃO, (14,762°S; 40,808°W).



IMAGEM: GLEISSOLOS VISÃO SUPERIOR.  
FONTE: GOOGLE EARTH (2016).



FOTO: PLÍNTOSSOLOS PÉTRICOS, (14,519°S; 40,378W)



FOTO: *Eucalyptus camaldulensis* DEHN, SOB PLÍNTOSSOLOS PÉTRICOS.





FOTO: PLANOSSOLO HÁPLICO, MATERIAL DENTRÍTICO SILICOSO, FORTEMENTE COESO DE 0,7 m e SEM RAÍZES, (14,713°S; 40,516°W).



IMAGEM: PLANOSSOLO HÁPLICO VISÃO SUPERIOR, ASSOCIADO A PASTAGENS DEGRADADAS E SOLOS EXPOSTOS. FONTE: GOOGLE EARTH (2016).



FOTOS: CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS; DE 0,35-0,8 m COESÃO MODERADA; 0,8 m FORTEMENTE COESO, SEM RAÍZES (14,768S; 40,496W).



IMAGEM: CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS, VISÃO SUPERIOR; PLANTIOS DE CAFÉS, COM FALHAS. FONTE: GOOGLE EARTH (2016).



FOTO: NEOSSOLOS LITÓLICOS, SERRA DO PERIPERI, NATUREZA DENTRÍTICA DO SOLO (14,824°S; 40,873°W).



IMAGEM: NEOSSOLOS LITÓLICOS, VISÃO SUPERIOR. FONTE: GOOGLE EARTH (2016).